

Phys. sp.

296

-1-

sp.

<36604947600018

<36604947600018

Bayer. Staatsbibliothek

S

△

Des
Herrn Dr. Herschels
Untersuchungen
über die
Natur der Sonnenstrahlen.

Aus dem Englischen übersetzt
von
C. L. Harding.

Forſitan et roſea ſol alte lampade lucens
Poſſideat multum, coecis fervoribus, ignem
Circum ſe, nullo qui ſit fulgore notatus.

Lucretius Lib. V. v. 609 — 611.

E r ſ t e s H e f t.

Mit Kupfern von Tischbein.

Celle, 1801

bey G. E. F. Schulze



Inhalt.

- Untersuchung über die Kraft der prismatischen Farbenstrahlen; nebst Bemerkungen, welche die verschiedene Brechbarkeit der strahlenden Wärme beweisen. Ferner: Untersuchung, wie die Sonne vermittelst Telescopen von grosser Oefnung und starken Vergrößerungen am vortheilhaftesten beobachtet werden könne. S. 1
- Versuche über die Brechbarkeit der unsichtbaren Sonnenstrahlen. 48
- Versuche über die Wärme erzeugenden Strahlen der Sonne und des Küchenfeuers; mit einer vergleichenden Uebersicht der Gesetze, denen Licht und Wärme, oder vielmehr die Strahlen, die sie verursachen, unterworfen sind, um zu bestimmen, ob diese Strahlen dieselben, oder verschieden sind. 63



Untersuchung

über

die Kraft der prismatischen Farben etc.

Vorgelesen in der königl. Societät der Wissenschaften, den 27ten März 1800.

In der Naturlehre ist es nicht selten von grossem Nutzen, selbst solche Sätze zu bezweifeln, welche als ausgemachte Wahrheiten angenommen werden; besonders da die Mittel zur Auflösung eines Zweifels, wenn er einmahl gefasset ist, oft in unserer Gewalt sind. In dieser Rücksicht darf man sagen, daß jeder Versuch, der uns zur Untersuchung der Wahrheit dessen hinführt, was vorher auf Glauben angenommen war, für die Kenntniß der Natur neuer Gewinn sey. Wenn wir z. B. die Wirkung der verdichteten Sonnenstrahlen im Focus eines Brennglases betrachten, so scheint

I. Heft.

A

die

die Voraussetzung sehr natürlich zu seyn, daß jeder dieser vereinigten Strahlen einen gleichen Antheil an dem Grade der hervorgebrachten Wärme habe, und man würde es vielleicht gar für sehr ungereimt halten, wenn man behaupten wolte, daß viele von diesen Strahlen nur sehr wenig zu dem Verbrennen oder der Verglasung, eines in des Glases Brennpunct gebrachten Körpers, beitrügen. Es wird daher nicht unnütz sein, der Veranlassung zu gedenken, die mich auf die Vermuthung führte, daß die leuchtende und wärmende Kraft nicht gleichförmig unter den verschieden gefärbten Strahlen vertheilt seyn mögte.

Bei meinen vielfachen Versuchen über die vortheilhafteste Art, wie man die Sonne mittelst großer Teloskope am besten beobachten könne, bediente ich mich mancherley Zusammensetzungen verschieden gefärbter Dampfgläser. Merkwürdig schien mir hiebei der Umstand zu seyn, daß ich bei einigen derselben eine Empfindung von Wärme im Auge verspürte, wenn sie gleich nur wenig Licht gaben; andere hingegen bei ungleich mehrerm Lichte, eine kaum merkliche Wärme erregten. Da nun in diesen verschiedenen Verbindungen der Dampfgläser das Sonnenbild in so verschiedenen Farben erschien; so gerieth ich auf den Gedanken, daß die wärmende Kraft

Kraft vielleicht sehr ungleich in den prismatischen Farbenstrahlen mögte vertheilt seyn, und da ich es für sehr erlaubt hielt, diesen Zweifel zu hegen, so glaubte ich ihn auch auf die gleichförmige Vertheilung des Lichts ausdehnen zu dürfen. So entstand nun die Frage: ob nicht gewisse Farben, eine grössere Fähigkeit besitzen, Wärme hervor zu bringen, andere hingegen bei einer stärkern erleuchtenden Kraft mehr für das Sehen geeignet sind. Auf jeden Fall konnten nur Versuche diese Fragen entscheiden.

Versuche über die wärmende Kraft der farbigen Strahlen.

Ich befestigte ein Stück Pappendeckel *AB*. *Fig. 1. Taf. 1.* in einem Rahmen, der sich in seinem Fußgestelle *CD.*, vermittelt zweier Stifte, umdrehen liess. In dem Pappendeckel schnitt ich eine Oefnung *mn*, von etwas grösserer Breite, als eine Thermometerkugel, und so lang, dass die ganze Ausdehnung einer der prismatischen Farben hindurch fallen konnte. Auf kleine inklinirte Flächen *EF*. legte ich ferner drei Thermometer, deren Kugeln mit japanischer Tusche angeschwärzt waren. Das

mit Nr. 1. bezeichnete war für eine große Empfindlichkeit zu dick, Nr. 2 und 3. hingegen, ein Paar vortrefliche Thermometer, hatte mir mein verehrungswürdiger Freund, Herr Dr. Wilton, Professor der Astronomie zu Glasgow, zu diesem Zwecke geliehen. Ihre sehr kleinen Kugeln gaben ihnen eine außerordentliche Empfindlichkeit. Die Skalen dieser Thermometer waren abichtlich von den Kugeln entfernt worden.

Den auf seinem Fußgestelle ruhenden Pappendeckel nebst den Thermometern setzte ich auf ein kleines ebenes Brett *GH*, so daß ich die ganze Vorrichtung transportiren konnte, ohne die relative Stellung der einzelnen Stücke derselben zu verrücken.

*was für
Glas?* — Ferner setzte ich ein an seiner Axe bewegliches Prisma in den obern Theil eines geöffneten Fensters senkrecht gegen die Sonnenstrahlen, und drehete es so lange, bis das gebrochene farbige Sonnenbild auf einen in einer schicklichen Entfernung vom Fenster gesetzten Tisch unverwandt fiel.

Das Brett mit dem erwähnten Apparat ward nunmehr auf den Tisch gesetzt, und so gestellet, daß die Strahlen von einer gewissen Farbe, durch die in dem Pappendeckel befindliche Oefnung fielen. Der bewegliche Rahmen erhielt ferner die Richtung, so daß
die

die von dem Prisma kommenden Strahlen, senkrecht auf ihn fielen; die inclinirten Ebenen, mit den daran in einer Linie befestigten Thermometern brachte ich so nahe an die Oefnung, daß eine der drei Kugeln vorgeschoben, und von der durch das Loch fallenden Farbe, ganz bestrahlt werden konnte, indessen die beiden andern in dem Schatten des Pappendekels blieben.

Durch wiederholte Versuche fand ich, daß Dr. Wilsons Thermometer Nr. 2., mit dem meinigen in allen Temperaturen genau harmonirte, wenn die Veränderung derselben nicht gar zu plötzlich war, daß aber das meinige zehn Minuten Zeit erforderte, ehe es den nemlichen Grad erreichte, den das andere innerhalb fünf Minuten zeigte. Nr. 3. differirte nie viel von Nr. 2.

Erster Versuch.

Nachdem die drei Thermometer an dem zum Versuch erforderlichen Platz gebracht waren, wartete ich so lange, bis sie sich nicht mehr ausdehnten. Alsdann näherte ich Nr. 1. gegen die rothen Strahlen, ließ aber die beiden andern im Schatten stehen, und schrieb die Grade auf, welche sie in verschiedenen Zeiten zeigten.

Nr. 1.

Nr. 2.

Nr. 3.

43 $\frac{1}{2}$

-

43 $\frac{1}{2}$

-

43 $\frac{1}{2}$

48

-

43 $\frac{1}{2}$

-

43 $\frac{1}{2}$ 49 $\frac{1}{2}$

-

43 $\frac{1}{4}$

-

43 $\frac{1}{4}$ 49 $\frac{3}{4}$

-

43 $\frac{1}{4}$

-

43 $\frac{1}{4}$

50

-

43 $\frac{1}{4}$

-

43 $\frac{1}{4}$

Mein Thermometer stieg also während acht Minuten, durch Einwirkung der rothen Strahlen um 6 $\frac{3}{4}$ Grad mehr, als die beiden andern Thermometer, welche sich gar nicht veränderten.

Zweiter Versuch.

Ich brachte vorläufig mein Thermometer wieder auf die Temperatur des Zimmers zurück, und beschleunigte diese Operation dadurch, daß ich es auf ein an demselben Ort aufbewahrtes grosses Stück Metall legte. Nun setzte ich es wieder den rothen Strahlen aus, und bemerkte folgenden Gang gegen Nr. 2. welches als Normalmaafs diente.

Nr. 1.

Nr. 2.

45

-

-

-

45

48

-

-

-

45

51

-

-

-

45

51

-

-

-

44 $\frac{1}{2}$

51

-

-

-

44 $\frac{1}{2}$

Inner

Innerhalb zehn Minuten veranlassten also die rothen Strahlen ein Steigen von 7 Grad.

Dritter Versuch.

Ich verfuhr wie vorhin, und erhielt durch die grünen Strahlen

Nr. 1.

Nr. 2.

43	-	-	-	43
45 $\frac{1}{2}$	-	-	-	43
46	-	-	-	43
46	-	-	-	42 $\frac{3}{4}$
46	-	-	-	42 $\frac{3}{4}$

Folglich verursachten die grünen Strahlen in zehn Minuten ein Steigen von 3 $\frac{1}{4}$ Grad.

Vierter Versuch.

Hierauf ward mein Thermometer den violetten Strahlen ausgesetzt, und mit Nr. 2. verglichen.

Nr. 1.

Nr. 2.

44	-	-	-	44
44	-	-	-	44
44 $\frac{3}{4}$	-	-	-	43 $\frac{1}{2}$
45	-	-	-	43

Die violetten Strahlen trieben also das Thermometer in zehn Minuten um 2 Grad höher.

Fünf-

Fünfter Versuch.

Hiernächst brachte ich Dr. Wilsons Thermometer Nr. 2. in die rothen Strahlen, und verglich den Gang desselben mit Nr. 3.

Nr. 2.

Nr. 3.

44	-	-	-	44
46	-	-	-	44
$46\frac{1}{2}$	-	-	-	$43\frac{3}{4}$
$46\frac{1}{2}$	-	-	-	$43\frac{3}{4}$

Hier stieg also das den rothen Strahlen ausgesetzte Thermometer während fünf Minuten um $2\frac{3}{4}$ Grad.

Sechster Versuch.

Abermahls in den rothen Strahlen

Nr. 2.

Nr. 3.

44	-	-	-	44
46	-	-	-	44
$46\frac{1}{2}$	-	-	-	$43\frac{1}{2}$
47	-	-	-	$43\frac{1}{2}$
47	-	-	-	43

mithin stieg das Thermometer in den rothen Strahlen 4 Grad während fünf Minuten.

Siebenter Versuch.

In den grünen Strahlen

Nr. 2.

Nr. 2.

Nr. 3.

43 $\frac{1}{2}$

- - -

43 $\frac{1}{2}$ 44 $\frac{1}{2}$

- - -

43 $\frac{1}{2}$ 44 $\frac{1}{2}$

- - -

43

stieg also das Thermometer 1 $\frac{1}{2}$ Grad.

Achter Versuch.

Abermahls in den grünen Strahlen

Nr. 2.

Nr. 3.

43

- - -

43

44 $\frac{1}{2}$

- - -

42 $\frac{3}{4}$ 44 $\frac{3}{4}$

- - -

42 $\frac{3}{4}$

Hiebei betrug das Steigen des Thermometers in den grünen Strahlen 2 Grad.

Aus diesen Versuchen lassen sich nun folgende Resultate ziehen. In den rothen Strahlen stieg mein Thermometer, zufolge des ersten Versuch, 6 $\frac{3}{4}$ Grad, nach dem zweiten aber 7 Grad; das Mittel aus Beiden ist 6 $\frac{7}{8}$ Grad. Der dritte Versuch gab für das Steigen des Queckfilbers, vermittelt der grünen Strahlen 3 $\frac{1}{2}$ Grad; woraus wir also das Verhältniß der wärmenden Kraft der rothen Strahlen zu der wärmenden Kraft der grünen Strahlen wie 55 : 26 bekommen. Der vierte Versuch gab für die violetten Strahlen 2 Grad, und damit verhält sich das Steigen des Queckfilbers in den

ro-

rothen Strahlen, zu dem in den violetten Strahlen, wie 55 : 16

Einen hinreichenden Beweis für die Genauigkeit dieser Versuche giebt das Resultat der vier letzten derselben. Denn nach dem fünften Versuche stieg das Thermometer in den rothen Strahlen $2\frac{3}{4}$ Grad, und nach dem sechsten stieg es 4 Grad; das Mittel aus beiden ist $3\frac{3}{8}$ Grad. Der siebente Versuch gab $\frac{1}{2}$ Grad und der achte 2 Grad für des Thermometers Steigen in den grünen Strahlen, folglich im Mittel $1\frac{3}{4}$ Grad. Daher verhält sich nun das Steigen in den rothen zu dem in den grünen Strahlen, wie 27 : 11, oder wie 55 : 22, 4

Will man aber das Mittel aus beiden Thermometern nehmen, so erhält man 55 : 24, 2 oder etwas mehr, als $2\frac{1}{2}$: 1 im rothen zum grünen, und $3\frac{1}{2}$: 1 im rothen zum violetten Lichte.

Es scheint merkwürdig, daß das empfindlichste Thermometer die Einwirkung der farbigen Strahlen am spätesten zeigte. Da aber unter diesen Umständen beständig zwei Ursachen ganz entgegengesetzte Wirkungen hervorbrachten, indem nemlich durch die eine das Thermometer gehoben, und durch die andere wieder auf die Temperatur des Zimmers zurück gebracht ward: so vermuthe ich, daß wegen der geringen Gröfse der Kugel von Dr. Wil-

Wilsons Thermometer Nr. 2. welche nicht viel über $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser hält, die Kältende Kraft auf das in derselben befindliche Quecksilber schneller, als auf das meinige wirkte, dessen Kugel $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hat.

Eine noch gröfsere Genauigkeit liesse sich vielleicht erhalten, wenn man eine besondere Rücksicht auf die Anschwärzung der Thermometerkugeln nähme, und sie ununterbrochen einem stärkern Lichte der Sonne ausgesetzt würden, wozu sie aber in gegenwärtiger Jahreszeit keine genugsame Höhe erreicht. Inzwischen sind die hier vorgelegten Versuche zu meinem gegenwärtigen Zwecke genau genug, indem sie sämtlich den Satz beweisen, dafs die wärmende Kraft der prismatischen Farbenstrahlen nichts weniger als gleichförmig vertheilt ist, und das die rothen Strahlen diese Kraft in einem hohen Grade besitzen.

Versuche über die leuchtende Kraft der farbigen Strahlen.

Bei der folgenden Untersuchung der erleuchtenden Kraft der Strahlen, von verschiedener Farbe hatte ich mir zweierlei Gesichtspuncte gewählt. Der erste betraf das Leuchten selbst,

selbst, der zweite aber die Fähigkeit der Strahlen, Deutlichkeit im Sehen, zu bewirken, und wenn mir gleich keine besondere Ursache vorhanden zu seyn schien, warum beide nicht zugleich bestehen könnten, so glaubte ich doch, daß man auf beide genau achten müsse.

Zu dieser Untersuchung bot sich das Mikroskop als das bequemste Werkzeug dar. Mir schien es am zweckmässigsten bloß undurchsichtige Objecte zu betrachten. Denn auf sie konnte ich einen directen Sonnenstrahl anwenden, ohne wie beim durchführen farbiger Theile durch durchsichtige Objecte eine Beugung der Strahlen zu befürchten.

Erster Versuch.

Unter ein doppeltes Mikroskop brachte ich ein Object mit sehr zarten Theilchen. Ich setzte ein Prisma so in das Fenster, daß das farbige Bild der Sonne stillstehend auf dem Tische erhalten ward, auf dem das Mikroskop stand, und ließ nach und nach die Strahlen von verschiedenen Farben auf das Object fallen, indem ich das Mikroskop successiv in ihr Licht schob. Das Mikroskop vergrößerte 27 mahl.

So oft ich die Erleuchtung durch Zulassung eines andern Farbenstrahls veränderte, mußte
das

das Instrument immer von neuem gerichtet werden. Es ist bekannt, daß die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen einen sehr merklichen Einfluss auf die Focallänge der Objectivgläser hat, bei einem componirten Sehwerkzeuge aber, wie das Mikroskop, wo eine sehr kleine Linse einen verlängerten Focus werfen muß, wird dieser Unterschied noch viel beträchtlicher.

Vermittelt einer aufmerksamen und wiederholten Betrachtung fand ich, daß mein Object in den rothen Strahlen sehr gut zu sehen war, besser aber erschien es in den orange- und noch besser in den gelben Strahlen; völlig so gut in den grünen; nicht so schön in den blauen; mittelmäßig gut in den Indigblauen und wenig deutlich in den violetten Strahlen.

Diesen Versuch machte ich mit einem mikroskopischen Objecte, das gewöhnlich zu durchscheinenden Beobachtungen dient. Ich brauchte es hier als undurchsichtig, und glaubte also andre, meinem Zweck mehr entsprechende Körper wählen zu müssen. Um aber auch meinen Versuchen mehr Mannigfaltigkeit zu geben, und zu sehen, wie sich Substanzen von verschiedener Farbe in den Lichtstrahlen verhalten würden, bereitete ich mir mehrere Materialien zur Beobachtung, nemlich:

lich: rothes Papier, grünes Papier, ein Stück Messing, einen Nagel, eine Guinea, und schwarzes Papier. Da ich auch gefunden hatte, daß bei Anwendung einer stärkern Vergrößerung die Lichtstrahlen noch ganz gut von dem Prisma auf das Object fallen könnten, so liefs ich das Mikroskop 42 mahl vergrößern.

Die Erscheinung des Nagels im Mikroskop ist so schön, daß sie bemerkt zu werden verdient, um so mehr, da sie mehrere der gegenwärtigen Untersuchung sehr vortheilhafte Umstände begleiten. Ich hatte den Nagel wegen seiner Schwärze und Dichtigkeit gewählt, und glaubte, diese Eigenschaften paßten ganz besonders für unpartheiische Resultate über die Modificationen der Erleuchtung durch verschiedene Farbenstrahlen. Aber ich ward sehr überraschet, als ich seine ganze Oberfläche, so viel des Mikroskops Feld davon faßte, mit vielen tausend hellen Lichtpünctchen übersäet fand. Ihr Licht war von der erleuchtenden Farbe, aber von sehr verschiedenem Glanze, einige schwach und fein, andere hell und glänzend. Die glänzendsten variirten daher ein wenig in der Farbe, oder vielmehr in der Stärke der nemlichen Farbe, so daß der Mittelpunkt der hellsten mehr Lebhaftigkeit hatte, und von der erleuchtenden Farbe ins weisse zu

zu spielen schien, nach dem Rande zu aber etwas dunkler ward.

Ein Object von Natur selbst in so feine und verschieden geordnete Punkte getheilt, wobey eine gehörige Aufmerksamkeit leicht unterscheiden liefs, ob sie in allen Farben mit gleicher Deutlichkeit erschienen, und ob ihre Anzahl in den verschiedenen Graden der Erleuchtung zu - oder abnehme, war gerade was ich bedurfte. Merkwürdig scheint es mir ebenfalls, dafs alle übrigen von mir ausgewählten Objecte, nicht minder viele andere von mir untersuchte, wie z. B. Kupfer, Zinn, Silber etc. beinahe die nemliche Erscheinung zeigten. Auf einem Messingblech fand ich die Lichtpunkte in Furchen liegend, auf Zinn nahmen sie sich besonders schön ans. Folgende Resultate erhielt ich bei den verschiedenen von mir untersuchten Körpern.

Zweiter Versuch.

Roths Papier.

In den rothen Strahlen erblickte ich einen hellen Punct nahe bei einem zufällig im Papiere befindlichen schwarzen Flecken. Er diente mir zu einem Merkzeichen. Ich beobachtete den Zwischenraum zwischen jenem hellen Puncte und dem Flecken genau; es waren

waren mehrere feine Punkte darin zu erkennen.

In den orangefarbenen Strahlen konnte ich noch besser sehen. Jetzt bemerkte ich, daß der Lichtpunct doppelt war.

In den gelben Strahlen sahe ich den Gegenstand noch besser.

In den grünen Strahlen, vollkommen so gut wie vorher.

In den blauen Strahlen sehr gut.

In den Indigblauen nicht so gut als in den blauen.

In den violetten Strahlen sehr unvollkommen.

Dritter Versuch.

Grünes Papier.

Roth. Ich richtete meine Aufmerksamkeit auf einige feine Punkte, welche sich zwischen zweien glänzenden doppelten Puncten befanden.

Orange. Ich sahe diese feinen Punkte besser.

Gelb. Noch besser.

Grün. So gut wie vorher. Vorzüglich gut.

Blau. Weniger helle, aber sehr deutlich.

Indigo. Nicht gut.

Violett. Schlecht.

Vier-

Vierter Versuch.

Mit einem sehr fein abgedrehten Stück Messing.

Roth. Ich bemerkte verschiedene feine helle Punkte zwischen zwei andern hellen. Die Farbe des Messings gab den rothen Strahlen ein orangefarbenes Ansehen.

Orange. Ich sahe besser; die Orangefarbe erschien aber anders, als sie hätte aussehen sollen. Iedoch dies gehört nicht zu meiner gegenwärtigen Untersuchung.

Gelb. Ich sahe noch besser.

Grün. Vollkommen so gut, wie vorher.

Blau. Nicht so gut.

Indigo. Nicht deutlich.

Violett. Schlecht.

Fünfter Versuch.

Mit einem Nagel.

Roth. Ich bemerkte zwei helle, nebst einigen andern feinen Punkten.

Orange. Heller wie vorher. Es waren noch mehrerer Punkte sichtbar. Sehr deutlich.

Gelb. Viel heller wie vorhin, Es ließen sich noch mehrere Punkte und Linien erkennen, Sehr deutlich.

Grün. Völlig so helle, und eben so viele Punkte sichtbar. Sehr deutlich.

I. Heft.

B

Blau.

Blau. Viel weniger helle. Sehr deutlich.

Indigo. Noch weniger helle. Sehr deutlich.

Violett. Noch viel weniger helle. Sehr deutlich.

Sechster Versuch.

Ich betrachtete eine Guinea in einer Entfernung von 9 Fuß 6 Zoll, von dem Prisma. Ich brachte das Object in die verschiedenen Farbenstrahlen, mit Hülfe des von der Guinea geworfnen Schattens. Ohne diese Vorsicht ist Täuschung unvermeidlich.

Roth. Es fielen mir vier ausgezeichnete Punkte auf. Sehr deutlich.

Orange. Besser erleuchtet. Sehr deutlich.

Gelb. Noch besser erleuchtet. Sehr deutlich. Sämmtliche Punkte im Gesichtsfelde hatten Farben. Einige waren grün, einige roth, andere gelb, noch andere weiß mit einem schwarzen Kreise umgeben.

Zwischen Gelb und Grün fällt das Maximum der Helligkeit. Außerordentlich deutlich.

Grün. Eben so gut wie im Gelben erleuchtet. Sehr deutlich.

Blau. Viel geringer erleuchtet. Sehr deutlich.

Indigo. Schlecht erleuchtet. Deutlich.

Violett. Schlecht erleuchtet. Ich kann überhaupt das Object nur mit Mühe sehen.

Sieben-

Siebenter Versuch.

Wieder mit dem Nagel, 8 Fuß vom Prisma entfernt.

Roth. Ich bemerkte mir zwei helle Puncte zwischen welchen sich mehrere feinere befanden. Sämmtliche Puncte im ganzen Gesichtsfelde waren roth. Sehr deutlich.

Orange. Die Puncte waren besser zu sehen: sie erschienen roth, grün, gelb und weiß, mit schwarzen Einfassungen. Sehr deutlich.

Gelb. Besser. Noch mehr hellere und feinere Puncte von verschiedenen Farben. Sehr deutlich.

Grün. Eben so gut. Die Puncte waren mehrentheils grün und lichtgrün ins weißliche fallend. Sehr deutlich.

Blau. Viel schlechter erleuchtet. Sehr deutlich.

Indigblau. Schlecht erleuchtet. Sehr deutlich.

Violett. Kaum erleuchtet.

Achter Versuch.

Entfernung des Nagels vom Prisma 9 Fuß 6 Zoll, um die Farbenstrahlen noch mehr von einander getrennt zu erhalten.

Roth. Schlecht erleuchtet. Die Puncte erschienen sehr deutlich.

Orange. Viel besser erleuchtet. Die hellen Punkte sehr deutlich.

Gelb. Noch besser erleuchtet. Alle Punkte außerordentlich deutlich.

Grün. Eben so gut erleuchtet und deutlich.

Blau. Schlecht erleuchtet. Die hellen Punkte deutlich, die übrigen aber nicht.

Indigblau. Sehr schlecht erleuchtet. Ich konnte nicht deutlich sehen, welches ich aber dem Mangel am Lichte zuschrieb.

Violett. So schlecht erleuchtet, daß ich das Object nicht unterscheiden, höchstens bemerken konnte, daß es da war.

Neunter Versuch.

Mit schwarzem Papier, acht Fuß vom Prisma entfernt.

Roth. Das Object war schwer zu erkennen. Ich konnte nur sehr wenige feine Punkte sehen.

Orange. Mehrere helle und einige schwache Punkte.

Gelb. Unzählige helle und kleine schwache Punkte. Zwischen Gelb und Grün fällt das Maximum der Erleuchtung.

Grün. Eben so wie beim Gelben.

Blau. Sehr mittelmäßig erleuchtet, aber nicht ganz so schlecht, wie in den rothen Strahlen.

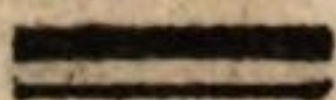
Indig-

Indigblau. Das Object war nicht zu erkennen.

Violett. Gänzlich unsichtbar.

Aus diesen ungewöhnlich gut mit einander übereinstimmenden Beobachtungen über die einer jeden Farbe eigenthümliche Erleuchtungskraft dürfen wir nun den Schluss ziehen, daß die rothmachenden Strahlen diese Eigenschaft keinesweges in einem hohen Grade besitzen, Die orangefarbenen Strahlen erleuchten die Gegenstände besser; am allervollkommensten aber die gelben Strahlen. Das Maximum der Erleuchtung liegt in dem hellsten Gelb, oder in dem blassesten Grün. Das grüne Licht macht beinahe eben so helle, als das gelbe; vom dunkelsten Grün an, nimmt die Erleuchtung sehr merklich ab. Das Licht der blauen Strahlen ist beinahe dem der rothen gleich. Die indigblauen Strahlen geben viel weniger Licht, als die blauen, und die violetten sind sehr schwach.

Keiner einzigen Farbe scheint es an dem Vermögen zu fehlen, die Deutlichkeit des Sehens zu bewirken. Einige der vorstehenden Versuche, melden zwar, daß ich, z. B. in den violetten Strahlen schlechter sahe, dieser Ausdruck bezieht sich aber nur auf die Anzahl der kleinen erkennbaren Gegenstände. Bemerkte ich gleich weniger Punkte, so blieben doch die sichtbaren immer so deutlich, als sich bei



einer so schwachen Erleuchtung nur erwarten liefs. Erfichtlich ist das Mikroskop eines höhern Grads der Deutlichkeit fähig wie gewöhnlich, wenn man das Hindernifs des deutlichen Sehens aus dem Wege räumt, welches in der verschiedenen Brechbarkeit der Lichtstrahlen besteht. Ein berühmter Schriftsteller über Gegenstände der Optik bemerkt schon, dafs eine durch rothe Strahlen beleuchtete Fliege, ungewöhnlich deutlich erschien, und alle ihre kleinsten Theile in grosser Vollkommenheit sichtbar waren. Aus meinen hier vorgelegten Versuchen erhellet, dafs alle übrigen Farbenstrahlen die nemliche Fähigkeit besitzen.

Ich sehe es selbst ein, dafs die aus meinen voranstehenden Versuchen gefolgerten Resultate so wohl in Rücksicht der wärmenden, als auch der erleuchtenden Kraft der Strahlen von verschiedener Farbe, noch mit einigem Mangel an Genauigkeit behaftet waren. Denn das Prisma konnte unter den Umständen, wie ich es anwandte, keine vollkommene Absonderung der Strahlen bewirken, sowohl wegen des scheinbaren Durchmessers der Sonne, als auch wegen der beträchtlichen Breite des Prisma selbst, durch welches die Strahlen fielen.

Vielleicht könnte man eine Vorrichtung, wie bei dem Newtonschen Versuch (*Fig. 16.*) mit Vorthail anwenden, wenn anders sich so
em-

empfindliche Werkzeuge, etwa Luftthermometer, verfertigen lassen, daß sie noch ein durch viermaliges Durchgehen und achtmalige Brechung geschwächter Lichtstrahl affizirt, besonders wenn ihre anfängliche Quantität bei dem begrenzten Durchgange durch eine kleine Oefnung bei der ersten Einfallung so sehr verringert worden wäre.

Ich hielt es jedoch für zweckmäßiger, alle feinere Verbesserungen, Strahlen zu trennen, voritz bei Seite zu setzen und sie bis zu einer gelegeneren Zeit zu versparen. Es ist sogar glaublich, daß die Wärmekraft der rothen Strahlen sich noch auffallender gezeigt haben würde, wenn nicht allen übrigen Farben etwas Roth beigemischt gewesen. Ebenso evident ist es auch, daß das rothe Licht des prismatischen Strahlenbildes am wenigsten mit fremder Beimischung geschwängert war, denn die Brechung aller übrigen Farben zweckte dahin ab, sie vom Roth zu entfernen. Daß die nemlichen Strahlen, welche die größte Wärme veranlassen, nicht die Kraft besitzen in einem starken Grade zu erleuchten, kann man als erwiesen ansehen. Denn gerade weil sie von Beimischung fremder Farben frei waren, herrschte bei dem mit ihnen angestellten Versuch keine Zweideutigkeit, und zeigte, daß sie die Gegenstände nur unvollkommen erleuchten.

ten. Wahrscheinlich, wird ein nach der oben erwähnten Newtonschen Methode gereinigter Strahl noch helle genug sein, um ein Mikroskop, zumahl in einem stark verdunkelten Zimmer, zu erleuchten, und alsdenn kann man ohne Zweifel eine noch größere Genauigkeit erhalten.

Indessen sahe ich ein, daß die vorzüglichste Ursache der Vermischnng der Farben, welche in der Breite des Prisma liegt, sehr leicht gehoben werden konnte. Um also zu erfahren, ob die beim 6ten und 7ten Versuche erwähnten farbigten Punkte wirklich von einer solchen Vermischung der Farben entstanden wären, bedeckte ich die vordere Seite des Prisma mit einem Stücke Pappendeckel, in welchem ein Schlitz von $\frac{1}{10}$ Zoll Breite geschnitten war.

Zehnter Versuch.

Die Entfernung des Nagels vom Prisma betrug bei diesem Versuche 9 Fuß 2 Zoll.

Roth. Ich richtete meine Aufmerksamkeit auf zwei glänzende rothe Punkte, welche sehr helle waren.

Orange. Ich sah noch viel mehrere Punkte. Das Object war noch viel besser erleuchtet, als in den rothen Strahlen. Die Punkte erschienen
nen

nen orangefarbig mit einer schwarzen Einfassung.

Gelb. Jetzt erschienen die Punkte gelb und weiß mit schwarzen Rändern. Das Object war besser, als in den orangefarbenen Strahlen erleuchtet.

Das Maximum der Erleuchtung fällt in das hellste Gelb, oder in das blasseste Grün.

Grün. Die Punkte waren grün und weiß, und wie vorher, mit schwarzen Umkreisen umgeben. Die Erleuchtung besser, als in den orangefarbenen Strahlen.

Blau. Die Erleuchtung gerade wie in den rothen Strahlen.

Indigblau. Sehr mittelmässig erleuchtet.

Violett. Sehr schlecht erleuchtet.

Durch diese Versuche war nun die Erscheinung der verschieden gefärbten Punkte vollkommen erklärt, und erwiesen, daß sie von einer Vermischung der Farben herrühre. In dieser Rücksicht nahm ich mir vor, die Versuche an dem Thermometer, mit bedecktem Prisma zu wiederholen; allein ich fand die Wirkung der farbigen Strahlen viel zu schwach, als daß sie ein entschiedenes Resultat hätten geben können.

Nunmehr könnte ich zu dem nächsten Gegenstande meiner Untersuchung übergehen; man wird mir aber eine kleine Abschweifung
und

und die Bemerkung erlauben, daß die vorhergehenden Untersuchungen uns noch zu ganz andern führen können. Sollten nemlich nicht die chemischen Eigenschaften der prismatischen Strahlen eben so verschieden seyn, als diejenigen, welche auf Licht und Wärme Bezug haben? Schickliche Methoden zur Untersuchung derselben lassen sich leicht finden, und wir können nicht sorgfältig genug in die feinste Analyse des Lichts eindringen. Unter allen wirk samen Grundstoffen, die beim Mechanismus der Naturwirkungen vorkommen, ist die Lichtmaterie die allerfeinsten. Eine genauere Bekanntschaft mit derselben wird uns erst in den Stand setzen, über manche That sachen richtiger zu urtheilen, die wir täglich sehen, und die gleich wohl bisher noch immer nicht hinreichend erklärt sind. Ist die wärmende Kraft, wie wir jetzt wissen, vorzüglich den rothen Strahlen eigen, so erklärt sich hieraus leicht, warum rothglühendes Feuer eine so erquickende Wärme von sich giebt, und warum Holz- und Steinkohlen, imgleichen die in den Treibhäusern gebräuchlichen kleinen mit Thon vermengten Kohlenkugeln das nemliche leisten; alle diese Substanzen geben nemlich, wie wir wissen, ein rothes Licht von sich. Zugleich erhellt hieraus der Grund, warum die gelbe, grüne, blaue und Purpurfarbene Flamme

Flamme von angezündeten und mit Salz vermischten Spiritus, so wenig Hitze besitzt, daß man ohne merkliche Verletzung die Hand darin hin und her bewegen kann. Werden endlich, die chemischen Eigenschaften der Farben, nach gehöriger Bestimmung so gefunden, daß zum Beispiel das dem Lichte bisher allgemein zugeeignete saure Princip, weil es die Beschaffenheit verschiedener ihm ausgesetzter Substanzen verändert, einer Gattung von Farbe ausschliessend beiwohnt, indessen die übrigen sich von einer andern Natur zeigen; so wird daraus folgen, daß die Körper auf verschiedene Weise vom Lichte afficirt werden müssen, je nachdem sie die verschiedenen Farben, aus welchen es zusammen gesetzt ist, einfangen und an sich halten, oder durchlassen und zurückwerfen.

Die strahlende Wärme ist von verschiedener Brechbarkeit.

Nach meinen vorhergehenden Untersuchungen, leidet es weiter keinen Zweifel, daß die strahlende Wärme eben so wohl, wie das Licht, mögen auch beide die nemliche, oder eine verschiedene Kraft (*agent*) sein, nicht nur
brech-

brechbar sei, sondern auch das Gesetz der Zerstreuung befolge, die von der verschiedenen Brechbarkeit abhängt. Dieser Satz ist ganz neu, und eben deswegen wird es mir erlaubt seyn, hiebei noch etwas zu verweilen. Das Prisma bricht die strahlende Wärme, und zwar so, daß es die von geringerer Stärke von derjenigen absondert, welche eine größere Kraft hat. Die ganze Quantität der strahlenden Wärme, die in einem Sonnenstrahle enthalten ist, müßte, wenn diese verschiedene Brechbarkeit nicht wäre, nothwendig gleichförmig auf einen der Fläche des Prisma's gleichen Raum fallen; ferner, wenn die strahlende Wärme überall nicht brechbar wäre, so müßte sie auch auf den Raum fallen, wo man den Schatten des Prisma, wenn man es bedeckt, siehet. Da aber keiner von diesen Fällen statt findet, so muß die strahlende Wärme nothwendig den Gesetzen der Refraction und also auch denen der verschiedenen Refrangibilität des Lichts unterworfen seyn. Sollte uns dies nicht auf die Vermuthung führen, daß die strahlende Wärme aus Lichtpartikeln, in einer gewissen Reihe von Momenten geordnet, bestehe, und daß diese Reihe sich zu beiden Seiten der Refrangibilität etwas weiter, als die des Lichts, ausdehne? Wir haben gesehen, daß wenn die Thermometer nach und nach den Strahlen des
prisma-

prismatischen Farbenbildes ausgesetzt wurden, und wir mit den violetten Strahlen den Anfang machten, der grösste Grad des Lichts viel früher erreicht ward, als der grösste Grad der Wärme, und dafs dieser an der entgegengesetzten äuffersten (des Strahlenfächers) lag. Andere Versuche, die ich wegen Kürze der Zeit nicht anführen will, ergeben: dafs das Maximum der Erleuchtung wenig mehr, wie die Hälfte der Wärme hochrother Strahlen besafs. Aus andern Versuchen urtheilte ich gleichfalls, dafs Hochroth noch nicht das Maximum der Wärme erreicht: vielleicht liegt es gar ausser den Grenzen sichtbarer Brechung. In diesem Falle wird die strahlende Wärme wenigstens zum Theil, wo nicht hauptsächlich — wenn ich mich anders dieses Ausdrucks bedienen darf — aus unsichtbarem Lichte bestehen, dafs heisst, aus Strahlen, die von der Sonne kommen und eine solche Beschaffenheit haben, die sie zur Sichtbarkeit untüchtig macht. Und angenommen, dafs die Organe des Gesichts, wie es sehr wahrscheinlich ist, blofs allein für Eindrücke gewisser Partikeln von einer besondern Beschaffenheit (*momentum*) empfänglich sind, so erklärt sich hieraus, warum das Maximum der Erleuchtung in das Mittel der brechbaren Strahlen fällt; so wie der Umstand, dafs diejenigen, welche eine stärkere oder schwächere Beschaffenheit

fenheit (*momentum*) haben, gleichfalls für Gesichtseindrücke nicht geschickt sind. In der strahlenden Wärme ist hingegen ein solches Maass und Verhältniß zu dem Moment ihrer Theilchen nicht vorhanden. Aus den starken Wirkungen eines Brennglases sieht man, daß das Moment der terrestrischen strahlenden Wärme vom terrestrischen Feuer, das der Sonne wahrscheinlich nicht übertreffe, und daß folglich die Brechbarkeit der *Wärme verursachenden* Strahlen sich nicht viel weiter, als die Brechbarkeit des *Farben erzeugenden* Lichts erstrecken könne.

Hierauf dürfen wir also die Vermuthung gründen, daß die unsichtbare Wärme des Eisens, wenn es vom Zustande des Rothglühens bis zu der Temperatur abgekühlt ist, wo es aufhört, im Finstern zu leuchten, eben das Moment der unsichtbaren Strahlen besitze, welche bei dem prismatischen, im Tageslichte gesehenen Sonnenbilde, sich der Grenze des Rothens nähern, und dies wird eine leichte Erklärung der Zurückwerfung der unsichtbaren Wärme durch Hohlspiegel geben.

Anwendung der aus den vorigen Versuchen gefolgerten Resultate auf die Methode, wie die Sonne vermittelt Teleskope von grosser Oefnung und starker Vergrösserung am vortheilhaftesten zu beobachten sey.

Den merkwürdigen Vorübergang des Merkurs vor der Sonnenscheibe (den 7ten März 1799) wünschte ich mit der vollen Oefnung meines 7füßigen Teleskops zu beobachten, und suchte es daher zu diesem Zwecke auf die vortheilhafteste Art einzurichten. Da ich gerne die ganze Oefnung beibehalten wollte, so zersprengte ich bald alle die Streifen von verdunkelten Gläsern, welche man gewöhnlich bei ahromatischen Fernröhren gebraucht: denn keines derselben konnte der concentrirten Wärme im Brennpuncte des Strahlenbüschels, in welchen man diese Gläser gewöhnlich setzt, gehörig widerstehen.

Da mich alle diese Gläser verliessen, so bediente ich mich der rothgefärbten, welche aber gleichfalls mit keinem günstign Erfolge angewandt werden konnten. Ich hatte inzwischen keine Ursache es zu bedauern, daß ich auf diese Beobachtung nicht besser vorbereitet war: denn das Wetter war zur Zeit des Vorüber-

überganges für Sonnenbeobachtungen gänzlich ungünstig. Dieser Vorfall überzeugte mich aber von der Nothwendigkeit, für eine Vorrichtung zu diesem Gebrauch zu sorgen; und da sich keine einzige von allen bisher gewöhnlichen Methoden bei meinen Teleskopen anwenden liefs, so veranlafste mich dieser Umstand zu eigenen Untersuchungen.

Das Werkzeug, welches ich zu Sonnenbeobachtungen einzurichten wünschte, war ein Newtonscher Reflector von 9 Zoll Oefnung, und meine Absicht war, die volle Oefnung beizubehalten. Den Anfang meiner Versuche machte ich mit einem rothen Glase; weil aber dieses das Licht nicht genug dämpfte, so nahm ich deren zwei zusammen. Diese schwächten das Licht mehr, als nöthig war, aber ich fand bald, dafs das Auge die Empfindung von Wärme nicht ertragen konnte, welche, wie es schien, von den Gläsern frei durchgelassen ward.

Hierauf nahm ich zwei grüne Gläser, und liefs, weil sie das Licht nicht genug dämpften, das eine davon mit Rauch anlaufen. Ohnerachtet sie ungleich mehr Licht durchliessen, als die vorher gebrauchten rothen Gläser, so verhinderten sie dennoch den vorigen unquemen Reitz von Wärme. Mehrere wiederholte Versuche hatten den nemlichen Erfolg, und

und weil die Sonne bei dem ersten Versuche in hochrother Farbe erschien, so gerieth ich auf die Vermuthung, daß die rothmachenden Strahlen, wenn sie durch rothe Gläser fallen, die Fähigkeit, eine Empfindung von Wärme hervorzubringen, in größerm Maasse besitzen mögten, als wenn sie durch grünes Glas fallen, und das Sonnenbild in grüner Farbe darstellen. Zufolge dieser Vermuthung stellte ich nun diejenigen Versuche an, welche in den zwei ersten Abschnitten erzählt worden sind.

Sobald ich mich überzeugt hielt, daß das rothe Licht der Sonne vermieden werden müsse, weil es die Wärme vorzüglich veranlasse, und daß es um desto eher entbehrt werden könne, weil bereits erwiesen war, daß das blaßgrüne Licht in Rücksicht der Erleuchtung den Vorzug habe, so war auch der Weg hinreichend genug vorgezeichnet, den ich bei der Zusammensetzung eines verdunkelnden Apparats einschlagen mußte, und es war nunmehr nichts weiter nöthig, als nur noch solche Materien aufzufinden, welche das Bild der Sonne im Teleskope in hellgrüner Farbe darstellten, und das Licht so weit schwächten, daß das Auge ihren Glanz ertragen könnte. Um nun zu bestimmen, welche Gläser die rothen Strahlen am wirksamsten zurück halten, verschaffete ich

I. Heft. C mir

mir selbige von allen Farben, und versuchte sie auf folgende Weise.

In dem obern Theil eines geöffneten Fensters stellte ich ein Prisma auf, und liefs das farbige Bild desselben auf einen Bogen weissen Papiers fallen. Hierauf fing ich die einzelnen Farbenstrahlen dichte vor dem Papiere nach einander mit den Gläsern auf, und fand folgende Resultate.

Ein dunkelgrünes Glas hielt alle Strahlen zurück.

Das nemliche that ein Glas von etwas hellerer rother Farbe.

Hieraus dürfen wir aber noch nicht schliessen, dafs rothe Gläser die rothen Strahlen aufhalten, sondern vielmehr nur dies folgt daraus, dafs kein Sonnenlicht nach seiner durch das Prisma bewirkten Zerstreung stark genug bleibe, um in einer solchen Menge durch rothe Gläser zu dringen, dafs es auf dem Papiere noch sichtbar wird. Denn dafs sie rothe Strahlen durchlassen, sieht man deutlich genug, wenn man gerade zu durch sie die Sonne, oder selbst auch nur vom Tageslichte erleuchtete Gegenstände betrachtet.

Ein Orangefarbenes Glas liefs beinahe alle rothen, orange und gelben Strahlen durchfallen. Einige grüne, viele blaue, aber nur sehr

sehr wenige indigblaue und violette Strahlen hielt es auf.

Ein gelbes Glas liefs beinahe alles Licht von sämmtlichen Farben durch.

Ein dunkelgrünes Glas hielt beinahe alles rothe, zum Theil auch das orangefarbene und gelbe Licht auf. Das grüne liefs es durch, hielt viel blaues, aber kein indigblaues und violettes Licht ab.

Ein grünes Glas von noch dunklerer Farbe hielt beinahe alles rothe, viel orangefarbenes und etwas gelbes Licht auf. Das grüne liefs es durch, hielt etwas blaues ab, und liefs hingegen das indigblaue und violette Licht durchfallen.

Ein blaues Glas hielt viel rothes, orangefarbenes und etwas gelbes Licht auf; das grüne liefs es durch, eben so alles blaue, indigblaue und violette.

Ein purpurfarbenes Glas liefs etwas rothes, sehr wenig orange und gelbes, etwas grünes und blaues, noch mehr indigblaues und violettes Licht durchfallen.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich also, daß dunkelgrüne Gläser am meisten geeignet sind, das rothe Licht abzuhalten, und mithin dem einen unserer Zwecke entsprechen. Da aber bei Beobachtungen der Sonne vorzüglich auch die Milderung ihres Glanzes in Betracht gezo-

gen werden muß, so stellte ich in dieser Absicht ferner die folgenden Versuche an.

Leicht beräuchertes weisses Glas, hielt dem Anscheine nach, von allen Farbenstrahlen gleichviel Licht auf, und wenn der Rauch dicker aufgetragen ward, liess es gar kein Licht durch.

Hartes Pech zwischen zwei Gläsern geschmolzen, hielt viel Licht ab; ward es etwas dicker aufgelegt, so liess es gar keins durch.

Mancherlei verschieden gefärbte Flüssigkeiten, die auch versucht wurden, fand ich zu diesem Versuche nicht hinreichend klar, wenn sie dichte genug waren, das Licht zu dämpfen.

Rothe Gläser also, und die zwei zuletzt genannten Mittel, nemlich Pech und Rauch, hielten sämmtlich so viel Licht auf, als nöthig war; in Ansehung der Deutlichkeit aber mußte ihre Wirkung noch erst näher untersucht werden. Jedoch dies konnten nach meiner Ueberzeugung, nur wirkliche Beobachtungen der Sonne selbst erst entscheiden.

Da es sehr darauf ankommt, daß man, um ein deutliches Bild zu erhalten, die Gläser ganz gleichförmig mit Rauch anlaufen läßt, so wird es nicht undienlich seyn, das Verfahren bei dieser Operation hier anzugeben.

Man

Man halte das zu beräuchernde Glas vermittelst ein Paar erwärmter Zangen, über eine brennende Kerze so hoch, daß der Rauch sich nicht zu dichte ansetzen kann. Wenn es so warm geworden ist, daß man den Rand desselben noch mit dem Finger berühren kann, bringe man es an die Seite der Flamme so tief herunter, als es die Höhe des Tochts, den man nicht berühren darf, nur erlauben will. Alsdann führe man es mit einer schnellen Bewegung in der Flamme hin und her, und nähere und entferne es zugleich in gehörigem Maasse. Auf diese Weise verfare man so lange, bis der Rauch sich in erforderlicher Dicke angesetzt hat. Man muß aber das Glas von Zeit zu Zeit betrachten, um nicht nur zu sehen, ob es dunkel genug sei, sondern ob auch der Rauch sich gleichförmig angesetzt habe; denn wenn sich Ungleichheiten zeigen, so taugt es nicht zu Beobachtungen.

Der Rauch von Siegellak ist schlecht, und der von Pech taugt gar nicht. Wachslichter geben einen sehr guten Rauch, noch besser aber ist der von Talglichtern. Am besten habe ich bisher noch den Rauch von Wallrathöhl befunden. Wenn man sich bei dieser Operation einer Lampe bedient, so erhält man nicht nur eine sehr egale Flamme, sondern man hat auch

noch den Vortheil, sie so lang zu machen, als man will.

Teleskopische Versuche.

Nr. 1. In der Absicht, meine Theorie einem Versuche zu unterwerfen, bediente ich mich zweier rother Gläser, und fand, daß man die Hitze, die sie durchliessen, keinen Augenblick aushalten konnte. Aber ich war nun auch überzeugt, daß die Deutlichkeit des Sehens, durch die färbende Materie dieser Gläser, außerordentlich gestöhrt wird.

Nr. 2. Ich nahm ein weißes Glas, und beräucherte es so stark, daß ich damit ohne Nachtheil für das Auge, in die Sonne sehen konnte. Dies vernichtete alle Deutlichkeit, und verursachte zugleich einige Wärme im Auge, weil es vornemlich die rothen Strahlen durchliefs.

Nr. 3. Zwei weiße mit Pech belegte Gläser, an das Teleskop gebracht, stellten das Sonnenbild in scharlachrother Farbe dar. Sie ließen einige Wärme durch, und hoben die Deutlichkeit größtentheils auf.

Nr. 4. Zur Verminderung der Wärme nahm ich ein sehr dunkelgrünes Glas, und setzte hinter dasselbe, nemlich dem Auge zunächst, ein rothes Glas, um dadurch das Licht zu schwä-

schwächen. Der erste Blick von der Sonne, der mir ins Auge fiel, war mit einer Empfindung von Wärme verbunden, auch war die Deutlichkeit hierbei wesentlich geschwächt.

Nr. 5. Ich nahm hierauf ein dunkelgrünes und ein hellrothes Glas; weil aber die Sonne vermittelt derselben noch nicht dunkel genug erschien, so beräucherte ich das rothe Glas. Zwischen beide Gläser legte ich eine dünne Scheidung, und kehrte die angelaufene Seite gegen das grüne Glas. Diese Vorrichtung minderte zwar das überflüssige Licht, aber die Unbequemlichkeit der Hitze ward dadurch nicht gehoben.

Nr. 6. Von zwei hellgrünen Gläsern beräucherte ich das dem Auge zunächst stehende, und stellte sie wie bei Nr. 5. so, daß die geschwärzte Seite in die Mitte kam. Diese thaten eine unvergleichliche Wirkung. Allein die durch das vordere Glas durchgehende Wärme brachte in kurzer Zeit den Rauch dergestalt in Unordnung, daß er sich in kleine Bläschen oder Sternchen zusammen zog, und Licht durchliefs. Durch das zweite Glas drang die Hitze nicht, denn ich fühlte nichts davon im Auge.

Nr. 7. Zwei dunkelgrüne Gläser, wovon das eine gleichfalls mit Rauch überzogen war, thaten zwar eine gute Wirkung; allein es ging damit

damit wie bei Nr. 6. Sie wurden dadurch unbrauchbar. Wärme fühlte ich dabei nicht.

Nr. 8. Ich setzte ferner ein hell- und ein dunkelgrünes Glas, wovon das letztere mit Dampf geschwärzt war, wie bei Nr. 5. zusammen. Es vertrug eine vierzöllige Apertur des Teleskops sehr gut, als aber die ganze Röhre geöffnet ward, zerbrach das hellgrüne Glas in wenigen Minuten.

Nr. 9. Hierauf setzte ich ein dunkelgrünes Glas vor ein beräuchertes hellgrünes, womit ich die Sonne außerordentlich deutlich sahe. Bei diesem Versuche hatte ich den Apparat etwas verändert. Ich vermuthete nemlich, daß das Glas bei dem vorigen Versuche deswegen möglicherweise zerbrachen sein, weil die Hitze in die Mitte kam, und die Aussenfläche kalt blieb, wodurch eine partielle Ausdehnung im Glase entstehen mußte. Um dies zu vermeiden, setzte ich drei Stücke Glas von $\frac{1}{4}$ Quadratzoll in einen Schieber, so daß ich sie hinter dem beräucherten Glase fortschieben konnte, ohne den Rauch zu verwischen. Nachdem ich etwa 3 bis 4 Minuten durch das eine derselben gesehen hatte, schob ich das zweite und dritte vor. Hiedurch wurden die Gläser immer hinreichend kalt erhalten, aber die Veränderungen mit den Gläsern bewirkten einen Nachtheil im Sehen, und störten die dabei nöthige Ruhe.

Da

Da ich zufällig ein wenig länger mit dem Verschieben zögerte, zerbrach das Glas mit einer sehr unangenehmen Explosion, die das Auge in Gefahr setzte.

Nr. 10. Zwei dunkelgrüne Gläser wurden beide mit Rauch überzogen, damit jedes nur eine sehr dünne Lage von Rauchschwärze erhielt. Dennoch aber zog sich der Rauch in kleine Bläschen zusammen, ob er gleich weniger dichte war, als vorher.

Nr. 11. Um den Rauch ganz weglassen zu können, setzte ich zwei dunkelgrüne, zwei sehr dunkelgrüne, zwei hellblaue und ein hellgrünes Glas zusammen. Allein die Deutlichkeit fehlte hiebei, und das Licht ward nicht genug geschwächt.

Nr. 12. Ein dunkelgrünes, und ein hellblaues Glas, beide mit Rauch überzogen. Das grüne Glas zerbrach.

Nr. 13. Ein hellblaues und ein dunkelgrünes Glas, ebenfalls mit Rauch überzogen. Das blaue Glas zerbrach. Wärme fühlte ich nicht im Auge.

Nr. 14. Zwei hellblaue Gläser, wovon das eine mit Rauch überzogen war. Das vordere Glas zerbrach.

Aus diesen Versuchen ergab sich mithin deutlich genug, daß kein Glas, welches die Wärme aufhält, und sie folglich selbst empfangen

gen muß, gegen das zerspringen gesichert werden kann, wenn es dem Brennpuncte des Strahlenkegels ausgesetzt wird. Dieser Umstand leitete mich auf den Versuch, die Vorrichtung der Dämpfung an einen andern Theil des Teleskops anzubringen.

Der Ort, wo die Strahlen am wenigsten condensirt sind, und wo die Reflexion der Spiegel am wenigsten gestört werden kann, befindet sich unmittelbar an dem kleinen Fangspiegel. Aus diesem Grunde schraubte ich an die Spiegelflange eine kleine Vorrichtung, um ein Dampfglas zu befestigen.

Nr. 15. Ein dunkelgrünes Glas vor dem Fangspiegel, und ein beräuchertes hellgrünes Glas in den Brennpunct des Strahlenbüschels gesetzt, zeigten außerordentlich gut.

Nr. 16. Das dunkelgrüne Glas wie vorhin, und, um mehr Licht zu gewinnen, ein weißes beräuchertes Glas vor das Auge gesetzt, zeigten noch besser wie bei Nr. 15., aber das grüne Glas zersprang.

Nr. 17. Ein sehr dunkelgrünes, und ein weißes beräuchertes Glas wie vorhin gestellet, zeigten sehr deutlich. Das grüne Glas zersprang aber nach 6 bis 7 Minuten.

Nr. 18. Ein dunkelblaues Glas wie bei Nr. 15. gestellet, und ein weißes beräuchertes, zeigten deutlich, und das Auge fühlte nicht die geringste

geringste Wärme. Die Sonne erschien durch diese Gläser röthlich.

Nr. 19. Ein dunkelblaues und ein gelbes Glas nahe auf einander, wie bei Nr. 15. angebracht, ein weisses beräuchertes aber wie vorhin, gaben kein deutliches Bild.

Nr. 20. Ein purpurfarbenes Glas wie in Nr. 15. und ein weisses beräuchertes zeigten die Sonne in dunkler Orangefarbe, die sich dem Scharlachrothen näherte. Sie gewährten aber keine Deutlichkeit.

Nr. 21. Ein orangefarbenes Glas wie in Nr. 15. gestellet, und ein weisses beräuchertes zeigten die Sonne in einem allzurothen Lichte.

Nr. 22. Ein weisses beräuchertes Glas wie bei Nr. 15. vor dem Fangspiegel angebracht, ohne ein anderes vor dem Auge, stellte die Sonne in einer schönen Orangefarbe dar. Die Deutlichkeit war aber durchaus verlohren.

Nr. 23. Da die Hitze nahe am Fangspiegel noch immer zu stark für die Gläser war, so schnitt ich ein bläulich-dunkelgrünes Glas von so grossem Durchmesser, dafs es zwischen die beiden Okulargläser eines Collectiv-Einsatzes gesetzt werden konnte. Sämmtliche mir bekannte Glasarten halten die Wärme etwas ab, und daher hoffete ich, dieses Augenglas würde die Strahlen um etwas mildern,
und

und mithin das gefärbte Glas einigermaassen schützen. Gegen das Auge zu setzte ich an der gewöhnlichen Stelle zwei weisse Gläser mit einer dünnen Pechschicht in der Mitte. Durch diese Gläser erschien die Sonne, mit bloßen Augen gesehen, in rother Farbe, und dies gab mir wenig Hofnung, sie beim Teleskope mit Erfolg anwenden zu können. Sie verdunkelten die Sonne nicht genug, und wenn die Pechschicht dicker gemacht ward, so ging die Deutlichkeit verloren.

Nr. 24. Das nemliche Glas zwischen den Okulargläsern, und ein dunkelgrünes beräuchertes Glas vor dem Auge, zeigte deutlich. Diese Stellung der Gläser hatte Vorzüge vor der in Nr. 15. gewählten; dem ohnerachtet sprang aber doch das Glas nach einiger Zeit.

Nr. 25. Ich setzte ein sehr dunkelgrünes Glas hinter das zweite Okularglas, damit es durch beide Gläser des Okulareinsatzes, welche dicht aufeinander liegen, und einerlei Focallänge haben, geschützt würde. Weil die Sonnenstrahlen an dieser Stelle noch nicht sehr concentrirt waren, so fielen sie auf einen beträchtlichen Raum von des gefärbten Glases Oberfläche, wodurch ihr Licht und ihre Wärme in dem Maasse vermindert ward, wie sich das Quadrat des Durchmessers dieses Raumes zu dem Quadrat des Durchmessers von demjenigen
Raum

Raume verhält, auf welche die Strahlen würden gefallen seyn, wenn es im Brennpuncte des Strahlenbüschels gestanden hätte. Aus dem nemlichen Grunde setzte ich ferner ein dunkelgrünes beräuchertes Glas an das vorhin genannte, und kehrte die beräucherte Seite nach dem Auge zu, damit der Rauch gegen die Wärme desto besser geschützt würde, denn sie mußte durch beide Oberflächen der gefärbten Gläser gehen, bevor sie die Rauchseite berühren konnte.

Diese Stellung der Gläser gewährte überdem noch den Vorthail, daß das Teleskop mit seinen Spiegeln und Gläsern vollkommen seine Wirkung äußern konnte, ehe noch der Verdunkelungsapparat angesetzt ward, und zugleich die Unsicherheit zu vermeiden, welche die ungleiche Materie der gefärbten Gläser und des Rauchs erzeugt.

Nr. 26. Ein dunkelblaues und ein bläulichgrünes mit Rauch angelaufenes Glas, wie in Nr. 25. zusammengesetzt, zeigten die Sonne in einem weißern Lichte, als die vorige Verbindung der Gläser. Sie gaben keine widerliche Empfindung von Hitze, obgleich etwas Wärme zu spüren war.

Nr. 27. Zwei schwarze Gläser, wie in Nr. 25. zusammengesetzt, und ohne Rauch, zeigten die Sonne in heller scharlachrother Farbe, und

verur-

verursachten gleich anfänglich eine unerträgliche Hitze. Dies brachte mich auf die Vermuthung, daß die Gläser sehr dunkelroth gefärbt seyn mögten, obgleich ihr äußeres Ansehen vollkommen schwarz war.

Um inzwischen ein noch sicheres Kriterium der Wärme zu haben, setzte ich Dr. Wilsons Thermometer Nr. 2. an das vordere Ende des Okulareinsatzes, wo sich das Auge gewöhnlich befindet. Mit der Vorrichtung von Nr. 25. stieg es von 34 auf 37 Grad, mit der von Nr. 26. von 35 auf 46 Grad, und mit der bei Nr. 27. gebrauchten, stieg es sehr schnell von 36 bis 95 Grad. Gewiß würde es noch viel höher gestiegen seyn, wenn ich es noch länger der Wärme hätte aussetzen mögen. Ich mochte es aber nicht wagen, weil die Skale nur 100 Grad hielt, und es mithin leicht hätte zerbrechen können.

Es bleibt mir nur noch übrig hinzuzusetzen, daß ich mit der Vorrichtung von Nr. 25 und 26. ungewöhnlich deutlich sahe, und daß die Gläser in einer langen Reihe von sehr interessanten Beobachtungen an der Sonne, welche ich nächstens mitzutheilen gedenke, nicht mehr zersprangen. Wenn inzwischen die Sonne eine beträchtliche Höhe übern Horizont erreicht hat, so wird es immer rathsam seyn, die Oefnung des Teleskops etwas zu bedecken,

wenn

wenn es so viel Licht hat, wie mein 10füßiger Reflector. Noch mehrere Deutlichkeit aber wird erreicht, wenn man die Sonne früh Morgens, und des Abends spät beobachtet, weil der Glanz des Sonnenlichtes in niedrigeren Höhen übern Horizont, durch die Dünste der Atmosphäre gleichförmiger gedämpft wird, als durch gefärbte Gläser. Schliesslich hoffe ich, daß die hier vorgelegten Erfahrungen und Versuche über die beste Art der Verdunkelung bei Sonnenbeobachtungen von allgemeinem Nutzen seyn werden, denn wenige gewöhnliche Instrumente sind so groß, als dasjenige, für welches ich diese Art der Blendung einrichtete.

*Slough, ohnweit Windsor,
den 8ten März 1800.*

Versuche über die Brechbarkeit der unsichtbaren Sonnenstrahlen.

Vorgelesen in der königl. Societät der Wissenschaften, den 24ten April 1800.

In demjenigen Theile meiner vorhergehenden Abhandlung, in welchem von der strahlenden Wärme die Rede war, äußerte ich, wenn gleich nur zufolge sehr unvollkommener Versuche, die Vermuthung, daß die Skale ihrer verschiedenen Brechbarkeit wahrscheinlich viel ausgedehnter sey, als die der prismatischen Farbenstrahlen; da ich nun vor kurzem einige mahle sehr günstigen Sonnenschein, und vermittelst desselben eine hinreichende Bestätigung dieser Vermuthung erhalten habe, so wird es nicht undienlich seyn, zu den bereits vorgelegten Versuchen, die folgenden noch hinzuzufügen.

Auf ein kleines mit vier kurzen Füßen versehenes und mit weißem Papiere überzogenes Brett *), zog ich fünf mit der einen Seite desselben

*) S. Fig. 2. Taf. 1.

selben parallel laufende Linien, von welchen die erste $\frac{1}{4}$ Zoll von des Brettes Seite, die übrigen aber $\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt waren. Drei andere Linien schnitten unter rechten Winkeln diese fünf erstern, und zwar so, daß die zweite $2\frac{1}{2}$, die dritte aber 4 Zoll von der erstern entfernt war.

Die nemlichen drei Thermometer, welche zu den vorigen Versuchen gedienet hatten, und mit Nr. 1, 2 und 3. bezeichnet wurden, setzte ich mit ihren inclinirten Flächen dergestalt auf das erwähnte Brett, daß die Mittelpunkte des Schattens ihrer Kugeln auf die Durchschnittpunkte jener Linien fielen. Hienächst setzte ich mein kleines Brett auf einen Tisch, und ließ das prismatische Farbenbild mit seiner äußersten Farbe auf die Ecke des Papiers fallen, so daß nichts davon jenseits der ersten Linie zu liegen kam. In dieser Stellung fiel also das ganze Farbenbild, bis auf den sich verwaschenden letzten $\frac{1}{4}$ Zoll, welcher zur Richtung diente, an des Brettchens Ecke vorbei, und konnte die Versuche nicht zweifelhaft machen. Hiebei gebrauchte ich noch die Vorsicht, daß ich das Fenster, worin sich das Prisma befand, mit dicken grünen Vorhängen verdunkelte, um alles überflüssige Licht zu vermeiden.

Nachdem die Thermometer genau des Zimmers Temperatur angenommen hatten, stellte ich den Apparat so, daß ein Theil der durch das Prisma gebrochenen rothen Farbenstrahlen an des Papiers Ecke, vor das Thermometer Nr. 1., und etwa zur Hälfte, oder $1\frac{1}{4}$ Zoll von diesem nach Nr. 2. hin, fiel, und also weder vor dieses, noch vor das dritte Thermometer kam, welche ich beide zu einem Normalmaasse bestimmt hatte. Während dieses Versuches brachte ich die äußerste erkennbare Grenze der rothen Strahlen genau an die Parallellinie, als eine dafür bestimmte Grenze, und verschob den Apparat so oft, als es nöthig war, um die Strahlen beständig an dieser Linie zu erhalten. Die Thermometer standen sämmtlich auf der zweiten Parallellinie, und wurden folgendermaassen afficiret.

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
45	-	45	-	44
49	-	45	-	44
51	-	$44\frac{3}{4}$	-	44
$50\frac{1}{4}$	-	$43\frac{3}{4}$	-	$43\frac{1}{2}$

Das Thermometer Nr. 1. dessen Mittelpunct $\frac{1}{2}$ Zoll weit von dem sichtbaren Lichte abstand, stieg also innerhalb zehn Minuten $6\frac{1}{2}$ Grad.

Um noch mehr Bestätigung von diesem Factum zu haben, kühlte ich das Thermometer

Nr.

Nr. 1. wieder ab, und setzte Nr. 2. an dessen Platz. Hiedurch kam nun Nr. 3. in die Stelle von Nr. 2., und Nr. 1. dahin, wo vorher Nr. 3. gestanden war. Als sie hiernächst wieder den Lichtstrahlen ausgesetzt und auf die zweite Parallellinie gestellet worden waren, erhielt ich folgendes Resultat:

Nr. 2.		Nr. 3.		Nr. 1.
44	-	44	-	45
47	-	44	-	45
$46\frac{3}{4}$	-	44	-	45
$46\frac{3}{4}$	-	44	-	45

Das Thermoter Nr. 2. stieg also in 12 Minuten um $2\frac{3}{4}$ Grad. Da es, wie bereits bemerkt worden ist, sehr viel empfindlicher als Nr. 1. ist, so nahm es in kurzer Zeit diese Temperatur an, um aber von dem Erfolge vollkommen versichert zu seyn, so liefs ich es absichtlich länger in dieser Lage. Dafs es nur $2\frac{3}{4}$ Grad stieg, da Nr. 1. $6\frac{1}{2}$ Grad zeigte, davon ist vorher schon die Ursache angegeben worden. — Hieraus erhellet nun deutlich, dafs es unsichtbare Sonnenstrahlen gebe, welche einer Refraction fähig sind, und die Kraft, Wärme hervorzubringen, in einem hohen Grade besitzen. Um nun aber zu untersuchen, wie weit sich diese Refraction erstrecke, verfuhr ich auf folgende Art.

Die drei Thermometer wurden von der zweiten Parallellinie auf die dritte gesetzt, und das Brett, wie vorher, so gerichtet, daß die äußerste Grenze der rothen Strahlen auf die erste Parallellinie fiel. Der Erfolg hievon war dieser:

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
46	-	46	-	$45\frac{3}{4}$
50	-	$46\frac{1}{2}$	-	46
$51\frac{3}{4}$	-	$46\frac{3}{4}$	-	$46\frac{1}{4}$
$52\frac{1}{4}$	-	47	-	$46\frac{3}{4}$

In einer Entfernung von 1 Zoll von der sichtbaren Grenze der rothen Strahlen stieg mithin das Thermometer während 13 Minuten um $5\frac{1}{4}$ Grad.

Hiernächst brachte ich die Thermometer auf die vierte Parallellinie, und fand bei dem nemlichen Verfahren, wie vorhin folgendes Resultat:

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
$48\frac{1}{4}$	-	$48\frac{1}{4}$	-	$47\frac{3}{4}$
$51\frac{1}{2}$	-	$48\frac{3}{8}$	-	$47\frac{1}{8}$

Folglich stieg das Thermometer Nr. 1. in $1\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von der sichtbaren Grenze der rothen Lichtstrahlen, während 10 Minuten um $3\frac{1}{8}$ Grad.

Nun-

Nunmehr hätte ich auch noch des Thermometers Steigen an der fünften Parallellinie untersuchen sollen; da aber in dieser Jahreszeit nicht viele solcher heiterer und schöner Tage, wie der heutige, zu erwarten waren; so eilte ich, über die entgegengesetzte Grenze des prismatischen Strahlenfächers gleichfalls ähnliche Versuche anzustellen. Diese waren aber mit einigen Schwierigkeiten verbunden, da das Licht der violetten Strahlen so schwach ist, daß sich die genaue Grenze derselben nicht gut erkennen läßt. Inzwischen brachte ich die Thermometer, so genau als möglich war, um einen Zoll weit von der Grenze der violetten Strahlen, und fand folgendes Resultat:

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
48	-	48	-	$47\frac{3}{4}$
48	-	48	-	$47\frac{3}{4}$
48	-	$47\frac{1}{2}$	-	47
$48\frac{1}{2}$	-	$47\frac{1}{2}$	-	47
48	-	48	-	$47\frac{3}{4}$

Daß bei diesem Versuche die Thermometer so verschiedene Grade zeigten, rührte wohl von keiner andern Ursache her, als von der zufälligen Bewegung der Luft im Zimmer, die durch stetes Umhergehen beständig umgerührt ward, und wodurch immer andere Luftschich-

ten auf die Thermometer wirken mußten. Zudem wurden die Grade während einer Zeit von 12 Minuten abgelesen, und die Thermometer Nr. 1 und 2. als veränderliche gebraucht, Nr. 3. aber als Normalmaafs angesehen.

Hierauf setzte ich die Thermometer Nr. 1 und 2. dicht an die Grenze des allerersten erkennbaren violetten Lichts, und liefs dagegen Nr. 3. an seinem vorigen Orte stehen; woraus sich dann folgendes Resultat ergab:

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
48	-	48	-	$47\frac{3}{4}$
$48\frac{1}{2}$	-	48	-	$47\frac{3}{4}$
$48\frac{3}{4}$	-	$48\frac{1}{2}$	-	$47\frac{3}{4}$
49	-	$48\frac{1}{2}$	-	$47\frac{3}{4}$

Nr. 1. stieg mithin in 15 Minuten 1 Grad, und Nr. 2. in der nemlichen Zeit $\frac{1}{2}$ Grad.

Dieser letzte Versuch überzeugte mich hinreichend, dass diejenigen Strahlen, welche etwan ausserhalb der violetten Strahlen fallen mögten, weder eine erleuchtende noch eine erwärmende Kraft haben, und dass diese beiden Kräfte zwar durch das ganze Bild des prismatischen Farbenhüchters verbreitet sind, aber sich da endigen, wo das feinste violette Licht zu verschwinden anfängt.

Noch

Noch ein wesentlicher Umstand blieb hiebei auszumachen übrig, nemlich zu bestimmen, wo das Maximum der erwärmenden Kraft hinfalle.

Da ich bereits wufste, daß dieses Maximum nicht an der violetten Seite der rothen Strahlen liegen könne, so fing ich von der hochrothen Farbe an, und stellte meine Thermometer so, daß die Kugel von Nr. 1. mitten in diese Strahlen zu liegen kam, die der andern beiden hingegen gar nicht davon berührt werden konnten.

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
$48\frac{1}{2}$	-	$48\frac{1}{2}$	-	48
$55\frac{1}{2}$	-	$48\frac{1}{2}$	-	48
$55\frac{1}{2}$	-	$48\frac{1}{2}$	-	48

Mithin stieg das Thermometer Nr. 1., als es mitten in den hochrothen Strahlen stand, in 10 Minuten 7 Grad.

Hierauf zog ich meinen Apparat so weit zurück, daß der Mittelpunkt der Kugel von Nr. 1. genau dahin zu stehen kam, wo die rothen Strahlen zu verschwinden anfangen, und mithin die eine Hälfte der Kugel sich in den sichtbaren Sonnenstrahlen, die andere Hälfte aber außerhalb derselben befand.

Nr. 1.

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
$48\frac{1}{2}$	-	$48\frac{1}{2}$	-	48
$55\frac{1}{2}$	-	$48\frac{1}{2}$	-	48
57	-	49	-	$48\frac{1}{2}$

Das Thermometer Nr. 1. stieg also innerhalb 10 Minuten 8 Grad.

Um keine Zeit zu verlieren, und um diese letztere Beobachtung desto besser mit den vorhergehenden verbinden zu können, liefs ich das Thermometer Nr. 1. nicht wieder auf des Zimmers Temperatur herabfallen, weil ich den Werth seiner Grade, und das Verhältniß derselben gegen Nr. 2. hinreichend genau kannte; sondern wandte es sofort zu dem folgenden Versuche an, wobei der Apparat so weit zurück gezogen ward, daß die Kugel von Nr. 1. gar nicht mehr von den sichtbaren Sonnenstrahlen getroffen werden konnte, sondern nur die äußerste Grenze der rothen Strahlen so nahe als möglich an die Aussenseite der Kugel zu liegen kam, ohne sie zu berühren.

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
57	-	49	-	$48\frac{1}{2}$
$58\frac{1}{2}$	-	$49\frac{3}{4}$	-	49
59	-	$50\frac{1}{4}$	-	$49\frac{3}{4}$
59	-	50	-	$49\frac{1}{2}$

Hiebei

Hiebei stieg mithin das Thermometer Nr. 1. in 10 Minuten um einen Grad höher, als in der vorigen Lage, und stand nunmehr 9 Grad über dem Normalstand. Die Kugel dieses Thermometers hat genau $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, wie bereits angeführt worden ist, ihr Mittelpunkt war folglich $\frac{1}{4}$ Zoll von der sichtbaren Erleuchtung entfernt, und überall nicht der geringste Theil der Kugel ihr ausgesetzt.

Diese letztern Beobachtungen ließen sich zur Bestimmung eines Maximums nicht mit Sicherheit mit denjenigen vergleichen, welche an diesem Morgen in frühern Stunden angestellt waren, weil die Sonne jetzt stärker, als vorhin schien. In dieser Rücksicht ließ ich nunmehr die Grenze des sichtbaren Lichts gerade $\frac{1}{2}$ Zoll weit vom Mittelpunkt der Thermometerkugel hinfallen, und erhielt damit folgendes Resultat:

Nr. 1.		Nr. 2.		Nr. 3.
$50\frac{1}{2}$	-	$50\frac{1}{2}$	-	50
$57\frac{3}{4}$	-	50	-	$49\frac{1}{2}$
$58\frac{1}{2}$	-	50	-	$49\frac{1}{2}$
$58\frac{3}{4}$	-	50	-	$49\frac{1}{2}$

Das Thermometer Nr. 1. stieg also in 16 Minuten $8\frac{3}{4}$ Grad, da der Mittelpunkt seiner Kugel $\frac{1}{2}$ Zoll weit von den sichtbaren Sonnenstrahlen

13. Strahlen entfernt war. Da bei dem vorigen Versuch das Thermometer um 9 Grad, und gegenwärtig um $8\frac{3}{4}$ Grad stieg, so ist der Unterschied zu klein, um daraus zu schliessen, das Thermometer habe in dieser letzten Lage schon das Maximum der erwärmenden Kraft viel überschritten. Zugleich beweiset dieser Versuch, das man den verlangten Ort in keiner grösseren Entfernung von den sichtbaren Strahlen suchen dürfe.

Nunmehr läst sich das Resultat aller dieser Versuche in einen kurzen Ueberblick zusammen fassen.

Die ersten vier Versuche zeigen, das es Sonnenstrahlen gebe, welche eine geringere Brechbarkeit haben, als irgend einige von denen, die das Auge afficiren. Sie besitzen die Kraft, Körper zu erwärmen, in einem hohen Grade, aber sie erleuchten die Gegenstände nicht, und dies erklärt den Umstand, das sie bisher immer unbemerkt geblieben sind.

Es ist nicht meine Absicht, hier den Winkel der kleinsten Brechbarkeit dieser Strahlen zu bestimmen; denn hiezu gehören genauere, öfterer wiederholte und weiter ausgedehnte Versuche. Aber in einer Entfernung von 52 Zoll

Zoll von dem Prisma äufserten unsere unficht-
baren Strahlen anderthalb Zoll auferhalb der
rothen Strahlen, in ihrer Projection auf einer
horizontalen Ebene gemessen, noch immer
eine beträchtliche erhitzende Kraft, und ich
zweifele nicht, dafs ihre Wirkung sich noch
etwas weiter abwärts erstrecke.

Aus dem fünften und sechsten Versuche
 ergiebt sich, dafs die wärmende Kraft bis zu
 der äufsersten Grenze der sichtbaren violetten
 Strahlen, aber nicht auferhalb derselben sich
 erstrecke, und dafs sie stufenweise abnehme,
 wie die Brechbarkeit zunimmt.

Die vier letzten Versuche zeigen, dafs das
 Maximum der wärmenden Kraft zwischen den
 unfichtbaren Strahlen liege, und wahrschein-
lich fällt es nicht weniger als $\frac{1}{2}$ Zoll jenseits
der letzten sichtbaren Strahlen, wenn diese
 auf die beschriebene Art projecirt werden.
 Diese nemlichen Versuche zeigten zugleich
 auch, dafs die unfichtbaren Sonnenstrahlen in
 dem Zustande ihrer geringsten Brechbarkeit, und
 in beträchtlicher Entfernung von dem Maxi-
 mum noch immer eine wärmende Kraft äufsern,
 welche vollkommen so stark, als die der rothen
 Lichtstrahlen ist; und dafs folglich, wenn wir die
 Menge der wirkenden Strahlen aus der Wirkung
 selbst

selbst beurtheilen dürfen, die Anzahl der unsichtbaren Strahlen der Sonne die sichtbaren wahrscheinlich bei weitem übertrifft.

Schliesslich, wenn wir *Licht* diejenigen Strahlen nennen wollen, welche die Gegenstände erleuchten, und *strahlende Wärme* diejenigen, welche Körper erwärmen, so könnte man die Frage aufwerfen, ob denn Licht von der strahlenden Wärme wesentlich verschieden sei? Hierauf würde ich antworten, dass wir nach philosophischen Gründen nicht befugt sind, für eine gewisse Wirkung zwei verschiedene Ursachen anzunehmen, wenn sie sich aus einer einzigen schon hinreichend erklären lässt. Ein von der Sonne ausfliessender Wärmestrahle besteht aus Strahlen von verschiedener Refrangibilität; diese fängt, wenn die Strahlen vermittelt eines Prisma zerlegt werden, von dem violetten Lichte an, wo sie am stärksten gebrochen werden, und am wenigsten wirksam sind. Wir haben diese wärmenden Strahlen durch die ganze Ausdehnung des prismatischen Farbenfächers untersucht, und ihre Kraft bis nach der Grenze des rothen Lichts hin, zunehmend gefunden, indem ihre Brechbarkeit abnahm. Aber ihre abnehmende Brechbarkeit und ihre zunehmende Kraft hörten hier noch nicht auf: denn wir haben sie noch in einer beträchtlichen Weite ausserhalb des
prisma-

prismatischen Strahlenbildes verfolgt, wo sie zwar durchaus unsichtbar blieben, aber noch immer ihre zunehmende Stärke mit einer Abnahme von Brechbarkeit bis zu dem Maximum ihrer Kraft äußern, und so haben wir sie bis zu dem Zustande untersucht, wo bei einer immer mehr abnehmenden Brechbarkeit, ihre Stärke wegen der, wie wir voraussetzen können, nun fehlenden Dichtigkeit, sehr schnell abnahm, worauf das *unsichtbare thermometrische Bild*, wenn ich es so nennen darf, sehr bald verschwand.

Ist dies eine getreue Darstellung der Beschaffenheit der Sonnenwärme, und ich berufe mich zu deren Beweise auf meine Versuche, so müssen wir annehmen, daß diejenigen Sonnenstrahlen, welche die nemliche Brechbarkeit, wie die in dem prismatischen Strahlenbilde enthalten, besitzen, nach dem Bau des Gesichtorgans, wenn sie ins Auge kommen, die Erscheinung von Licht und Farben hervorbringen, und daß alle die übrigen, wenn sie von den Häuten und Feuchtigkeiten des Auges aufgefangen werden, eben so auf dasselbe wirken, wie bekanntlich auf alle übrigen Theile unsers Körpers, nemlich durch Hervorbringung einer Empfindung von Wärme.

*Slough, bei Windsor,
den 17ten März 1800.*

Erklä-



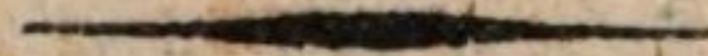
Erklärung 1. Figur Tafel 1.

AB. Der kleine Tisch.

1. 2. 3. Die Thermometer auf demselben.

CD. Das in das Fenster gestellte Prisma.

E. Das Strahlenbild auf dem Tische projecirt,
wie von den rothen Strahlen nur der
letzte $\frac{1}{4}$ Zoll auf ihn fällt.



V e r f u c h e

über

die Wärme hervorbringenden Strahlen
der Sonne und des terrestrischen Feuers.

E r s t e r T h e i l.

*Vorgelesen in der königl. Societät der Wis-
sensschaften, den 15ten May 1800.*

Das Wort Wärme bezeichnet, nach der allgemein angenommenen Bedeutung, eine gewisse Empfindung, die jedermann bekannt genug ist. Um alle Zweideutigkeit zu vermeiden, sollte billig die Ursache dieser Empfindung, durch einen andern Namen, als wodurch man ihre Wirkung zu bezeichnen pflegt, unterschieden werden. In der That haben auch einige Schriftsteller, welche über Wärme geschrieben, gelegentlich gewisse Ausdrücke eingeführt, um ihre Begriffe näher zu bezeichnen; z. B. latente, absolute, specifische, empfindbare Wärme etc. andere haben sich dagegen der neuern chemischen Benennungen, Calorique, Wärmestoff etc. bedient. Von allen diesen umschreibenden

Wörtern

Wörtern aber entspricht kein einziges ganz vollkommen meiner Absicht. Ich würde mich daher, wie in der vorhergehenden Abhandlung, des Worts: strahlende Wärme, bedient haben, welches ein berühmter Schriftsteller bereits eingeführt hat, und welches nicht sehr von dem jetzt von mir angenommenen Ausdrucke verschieden ist; jedoch, indem ich den Gegenstand meiner Untersuchung, die Strahlen, welche Wärme hervorbringen, nenne, so kann ich nicht dahin mißverstanden werden, als ob ich der Meinung sei, daß diese Strahlen an sich selbst warm wären; und eben so wenig unternehme ich es auch zu zeigen, auf welche Weise sie Wärme hervorbringen.

Aus dem angeführten folgt ferner, daß keiner von solchen Einwürfen, welcher sich auf die vorausgesetzte Wirkungskraft (*agency*) der Wärme unter andern Umständen, als in dem Zustande der Strahlung oder heißmachender Strahlen gründet, meinen Versuchen entgegensteht. Denn ohnerachtet ich nicht abgeneigt bin zu glauben, daß alle Erscheinungen, sowohl diejenigen, wobei Wärme vorkommt, z. B. Ausdehnung der Körper, Flüssigkeit, Gerinnen, Gährung, Reibung etc. als auch die Wärme in ihrem latenten, specifischen, absoluten oder empfindbaren Zustande, sich durch das

Princip

Princip der Wärme erzeugenden Strahlen und
der durch sie hervorgebrachten Schwingungen
der Theilchen der Körper, erklären lassen; so
 gehört es doch nicht in meinen gegenwärtigen
 Plan, den Beweis von irgend einem dieser Sätze
 zu versuchen.

Auch muß ich bemerken, daß ich bei dem
 Gebrauche des Worts *Strahlen* nicht die Absicht
 habe, die Meinungen derjenigen Naturforscher
 zu verwerfen, noch viel weniger aber zu ver-
 theidigen, welche immer noch glauben, daß
 das Licht selbst nicht durch Strahlen, sondern
 vermittelt der vorausgesetzten Schwingungen
 des durch den ganzen Raum verbreiteten ela-
 stischen Aethers, von der Sonne zu uns kommt.
 Ich mache nur auf dieselben Rechte für die
 Wärme erzeugenden Strahlen Anspruch, die
 sie den erleuchtenden willig einräumen. Denn
 wie auch dieses Strahlen hervorgebracht wer-
 den mag, so wird es weiter unten genugsam
 bewiesen werden, daß die Entscheidung sowohl
 für Strahlen, als für Schwingungen, welche
 Wärme hervorbringen, auf dem nemlichen
 Grunde beruhet, auf welchem die Strahlung
 des erleuchtenden Principis, nemlich des Lichts,
 gebauet ist.

Um unsern Gegenstand nach einem regel-
 mässigen Plane zu behandeln, wird es nöthig

I. Heft.

E

seyn,

seyen, die Wärme nach sechs verschiedenen Arten zu unterscheiden. Von diesen betreffen drei die Sonnen- und drei die terrestrische Wärme. Da aber die Abtheilungen der terrestrischen Wärme denen der Sonnenwärme genau gleichen, so wird es nicht nöthig seyn; von ihnen besonders zu handeln. Unsere Untersuchung läßt sich daher auf folgende drei Hauptstücke zurück bringen.

Wir wollen mit der Wärme leuchtender Körper im Allgemeinen den Anfang machen, einmal wie wir sie unmittelbar von der Sonne, und zweitens, wie wir sie von der Flamme des irdischen Feuers, von Fackeln, Lichtern, Lampen etc. erhalten.

Unsere nächste Eintheilung begreift die Wärme der farbigen Strahlen. Diese erhalten wir einmal von der Sonne, wenn wir ihre Strahlen vermittelt eines Prismas zerlegen, und zweitens durch offenes Küchenfeuer.

Die dritte Abtheilung hat diejenige Wärme zum Gegenstande, welche von solchen strahlenden Objecten herrührt, in deren Strahlen weder Licht noch Farbe bemerkt werden kann. Sie wird, wie ich bereits gezeigt habe, erstlich unmittelbar von der Sonne erhalten, wenn
das

das Prisma auf ihre Strahlen angewandt wird; und zweitens liefert sie das in Oefen eingeschlossene Feuer, so wie auch glühendes, und so weit abgekühltes Eisen, daß es nicht mehr im Finstern leuchtet.

Diese Eintheilung ordnet die Folge meiner Versuche. Es verdient aber noch ein anderer Umstand Rücksicht. Die Hauptabsicht dieser Abhandlung ist, eine vergleichende Uebersicht der Operationen, die man mit der Wärme erzeugenden Strahlen vornehmen kann, mit denjenigen zu liefern, die wir bereits mit den Licht erzeugenden Strahlen angestellt haben. Daher ist eine kurze Aufzählung der letztern nöthig. Ich werde hiezu bloß solche Thatfachen auswählen, die nicht allein vollkommen bekannt sind, sondern vorzüglich solche, die der Absicht meiner vergleichenden Uebersicht entsprechen, und stelle sie in folgender Ordnung auf.

1. Licht, sowohl das von der Sonne, als das vom irdischen Feuer, ist eine Empfindung, die durch Strahlen verursacht wird, welche von leuchtenden Körpern ausfließen. Sie besitzen eine Kraft, Gegenstände zu erleuchten, und lassen sie nach Beschaffenheit der Umstände, in verschiedenen Farben erscheinen.

2. Diese Strahlen sind den Gesetzen der Reflection unterworfen.
3. Sie sind ebenfalls den Gesetzen der Refraction unterworfen.
4. Sie haben eine verschiedene Refrangibilität.
5. Sie werden nach gewissen Verhältnissen aufgehalten, wenn sie durch transparente Körper fallen.
6. Auf rauhen Oberflächen werden sie zerstreuet.
7. Bisher setzte man voraus, daß sie die Kraft befäßen, Körper zu erwärmen, welches aber noch erst untersucht werden muß.

In Rücksicht der Wärme, deren Eigenschaften in der gegenwärtigen Abhandlung untersucht werden sollen, lauten die ähnlichen Sätze wie folget:

1. Wärme, sowohl die der Sonne, als die des irdischen Feuers, ist eine Empfindung, die von Strahlen bewirkt wird, welche von glühenden Substanzen ausfließen, und die Kraft besitzen, Körper zu erwärmen.
2. Diese Strahlen sind den Gesetzen der Reflection unterworfen.
3. Sie befolgen gleichfalls die Gesetze der Refraction.
4. Sie besitzen eine ungleiche Refrangibilität.

5. Wenn sie durch durchsichtige Körper fahren, so werden sie nach gewissen Verhältnissen aufgehalten.
6. Auf rauhen Oberflächen werden sie zerstreuet.
7. Man könnte annehmen, daß sie bei einem gewissen Zustande von Stärke die Kraft besitzen, Gegenstände zu erleuchten, jedoch muß dieses noch erst untersucht werden.

Bevor ich mich zur Untersuchung dieser Sätze wende, muß ich erinnern, daß die Menge der Versuche, welche zur Bestätigung aller dieser Sätze erfordert wird, bei weitem die gewöhnliche Länge meiner Abhandlungen übersteige, und werde ich daher die gegenwärtige in zwei Theile theilen. Ich beschränke mich hierin auf die drei ersten der angegebenen Hauptsätze, underspahre die drei letzten derselben nebst einer Untersuchung über den siebenbenten Artikel, für den zweiten Theil.

Erster Versuch.

Reflection der Sonnenwärme.

Das vorhin mit Nr. 3. bezeichnete Thermometer, brachte ich an die *) Okularröhre eines

E 3

zehn-

*) a Camera - eye - piece. S. Philos. Transact. Vol. LXXII. pag. 1762.

zehnfüßigen Newtonianischen Teleskops, aus welcher das Augenglas herausgenommen worden war. Als der Brennpunct des Spiegels, nach genauer Richtung des Teleskops, auf des Thermometers Kugel fiel, stieg es von 52° auf 110° Grad; so daß also die von der Sonne kommenden Strahlen eine dreifache reguläre Reflection erlitten, die eine nemlich an dem Hohlspiegel, und die beiden andern an zwei ebenen Spiegeln. Diese Strahlen nun, (ob es die des Lichts waren, oder nicht, dies kann unser Versuch nicht entscheiden) hatten eine Kraft, Wärme hervor zu bringen, welche sich dadurch genugsam offenbarte, daß das Thermometer 58° stieg.

Zweiter Versuch.

Reflection der Wärme einer Kerze.

In einer Entfernung von 29 Zoll von einer brennenden Kerze setzte ich einen kleinen Stahlspiegel von $3\frac{4}{10}$ Zoll Durchmesser, und ohngefähr $2\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite †). In des Spiegels Brennpunct setzte ich das Thermometer Nr. 2., und Nr. 3. dichte neben demselben, jedoch so, daß es nicht von den reflectirten Strahlen getroffen werden konnte. Den Spiegel

†) S. Taf. 2. Fig. 1.

gel bedeckte ich so lange, bis beide Thermometer einen fixen Standpunct erreicht hatten, und verfuhr darauf folgendermaassen:

	Nr. 2.		Nr. 3.
	Im Brennpunct.		Als Vergleichungsmaas.
0 ^I	- 54	-	54
1	- 55	-	54
2	- 56	-	54
3	- 57	-	54
4	- $57\frac{1}{4}$	-	54
5	- $57\frac{1}{4}$	-	54

Innerhalb 5 Minuten empfing also das Thermometer Nr. 2. von den reflectirten Strahlen der Kerze, $3\frac{1}{4}$ Grad Wärme. Hierauf bedeckte ich den Spiegel, und liess den gesammten übrigen Apparat unberührt.

0 ^I	- $57\frac{1}{4}$	-	54
1	- $55\frac{1}{4}$	-	54
$1\frac{1}{2}$	- 55	-	54
6	- 54	-	54

Hiebei verlor das Thermometer die $3\frac{1}{4}$ Grad Wärme wieder, welche es vorher gewonnen hatte. Ich nahm nun die Bedeckung wieder von dem Spiegel.

Nr.

Nr. 2.

Nr. 3.

Im Brennpunct. Als Vergleichungsmaas.

0	-	54	-	-	54
$1\frac{1}{2}$	-	56	-	-	54
$3\frac{1}{2}$	-	57	-	-	54
5	-	$57\frac{1}{4}$	-	-	54

Innerhalb 5 Minuten waren also die $3\frac{1}{4}$ Grad Wärme wieder gewonnen. Zufolge dieser Versuche sind wir nun versichert, daß gewisse den Gesetzen der Reflection unterworfenen Strahlen von der Kerze kommen, welche offenbar die Kraft befassen, das in des Spiegels Brennpunct befindliche Thermometer zu erwärmen. Ob dies die Lichtstrahlen selbst waren, läßt der Versuch unentschieden.

Dritter Versuch.

Reflection der Wärme, welche die prismatischen Farbenstrahlen der Sonne begleitet.

In das durchs Prisma dargestellte Sonnenbild setzte ich meinen kleinen Stahlspiegel, und in dessen Brennpunct ein Thermometer *). Der Spiegel war mit einem Stück Pappe bedeckt,

*) S. Taf. 2. Fig. 2.

deckt, welches durch eine besondere Oefnung sämmtliche sichtbare Farbenstrahlen auf des Spiegels polirte Fläche fallen liefs, und alle übrigen Wärmestrahlen abhielt, die sich sowohl von der violetten als auch von der rothen Seite aufserhalb des Strahlenbildes etwan befinden mögten. Nachdem der Apparat so gestellet worden war, dafs das Thermometer in den rothen Strahlen zu stehen kam, bedeckte ich den Spiegel so lange, bis es einen fixen Stand von 58 Grad angenommen hatte. Als der Spiegel wieder aufgedeckt ward, erhielt ich

Nr. 2.

0 ^I	-	-	-	58
2	-	-	-	93

so dafs mithin das Thermometer durch die reflectirte Wärme innerhalb zwei Minuten um 35 Grad stieg. Ich bedeckte hierauf den Spiegel wieder, und nun fiel das Thermometer in den directen rothen Strahlen wieder auf 58 Grad herab. Sind also die prismatischen Farbenstrahlen nicht selbst diejenigen, welche die Wärme erzeugen, so sind sie doch wenigstens von solchen begleitet, welche die Kraft haben, Wärme zu veranlassen, und dabei einer regelmässigen Reflection unterworfen sind.

Vier-

Vierter Versuch.

Reflection der Wärme eines glühenden Kaminstabs. (poker.)

Ich stellte den kleinen Stahlspiegel 12 Zoll weit von einem senkrecht stehenden Kaminstabe, (*poker*) dessen glühendes Ende aufwärts, und so gestellet war, daß die Strahlen von seiner Spitze auf den Spiegel fallen mußten. Das Thermometer Nr. 2. stand in des Spiegels Brennpunct, und war mit einem kleinen Schirm von Pappe bedeckt, damit die Hitze des Kaminstabes nicht unmittelbar auf die Kugel fallen konnte.

Nr. 2.

0 $\frac{1}{2}$ - - - 54 $\frac{1}{2}$

2 $\frac{1}{2}$ - - - 93

nun ward der Spiegel bedeckt

3 - - - 65

Innerhalb 1 $\frac{1}{2}$ Minuten stieg also das Thermometer durch Einwirkung der reflectirten Strahlen um 38 $\frac{1}{2}$ Grad, und fiel, da der Spiegel bedeckt ward, in den folgenden 1 $\frac{1}{2}$ Minuten um 28 Grad. Folglich muß man annehmen, daß gewisse Strahlen, mögen es nun die leuchtenden seyn oder nicht, von einem glühenden Eisenstabe ausfahren, welche die Gesetze der Reflection genau befolgen, und die Kraft besitzen, Körper zu erwärmen.

Fünf-

Fünfter Versuch.

Reflection der Wärme eines Kohlenfeuers vermittelt eines Plan-Spiegels.

Ich setzte einen kleinen Fangspiegel, dergleichen ich mich bei meinen 7füßigen Teleskopen bediene, auf einen Fuß, so, daß er gegen das Kaminfeuer und mit den Gitterstangen des Kamins in meinem Zimmer, einen Winkel von 45 Grad machte *). Das Thermometer Nr. 1. stand $3\frac{1}{2}$ Zoll von des Spiegels reflectirenden Fläche, und neben demselben das Thermometer Nr. 4., jedoch so, daß es nicht von den reflectirten Strahlen getroffen werden konnte. Der ganze Apparat war mittelst eines Eichenbrettes von $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, von vorne gegen die Einwirkung des Feuers geschützt, damit aber das Feuer auf den Fangspiegel scheinen könnte, war ihm gegenüber eine kreisförmige Oeffnung von $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, in dem Brette, geschnitten. Zwischen den Thermometern und dem Spiegel befand sich ein hölzernes Brett mit einer Oeffnung, wodurch die reflectirten Strahlen vom Spiegel auf das Thermometer Nr. 1. fallen konnten.

*) S. Taf. 2. Fig. 3.

konnten, indem Nr. 4. dagegen beschwert war. Als nun diese Vorrichtung dem Feuer ausgesetzt ward, erhielt ich folgendes Resultat:

	Nr. 1.	Nr. 4.
0 ^r	60	60
1	62	60
2	64	60
3	66	60
4	66	60
5	67	60 $\frac{1}{2}$

In fünf Minuten hob mithin die von dem Planspiegel reflectirte Wärme das Thermometer Nr. 1. um 7. Grad, während des bedeckten Raumes Temperatur, welcher das Thermometer Nr. 4. anzeigte, sich nur um einen halben Grad veränderte. Hieraus ergiebt sich nun, daß von einem offenen Feuer Strahlen ausfließen, welche den Gesetzen der Reflection folgen, und Wärme verursachen.

Sechster Versuch.

Reflection der Feuerwärme durch ein Prisma.

Den beim fünften Versuche gebrauchten Apparat ließ ich ganz unverändert, und setzte an die Stelle des Fangspiegels ein Prisma, dessen einer Winkel 90°, die beiden andern aber
jeder

jeder 45° hielten *). Die eine Seitenfläche dieses Prisma war gegen das Feuer, die andere aber gegen das Thermometer gekehrt, so daß folglich die Hypotenuse mit den Roststangen des Kamins einen Winkel von 45° machten. Nachdem der Apparat eine Zeitlang abgekühlt worden war, setzte ich ihn gegen das Feuer, und erhielt dann folgendes Resultat:

	Nr. 1.	Nr. 4.
0 ^I	- 62 $\frac{1}{2}$	- 62 $\frac{1}{2}$
1	- 63	- 62 $\frac{3}{4}$
2	- 64	- 63
4	- 64 $\frac{1}{2}$	- 63
5	- 65	- 63 $\frac{1}{4}$
8	- 65 $\frac{3}{4}$	- 63 $\frac{1}{2}$
10	- 66 $\frac{1}{2}$	- 63 $\frac{3}{4}$
11	- 67	- 64 $\frac{1}{4}$

Durch Einwirkung der durch das Prisma reflectirten Strahlen stieg also das Thermometer in 11 Minuten $4\frac{1}{2}$ Grad; da aber die Temperatur des Apparats eine Veränderung von $1\frac{3}{4}$ Grad erlitt, so dürfen nur $2\frac{3}{4}$ Grad für die Wirkung der Reflection gerechnet werden. Weil hiernächst der Apparat zu warm ward, so

*) S. Taf. 2. Fig. 3.

so war es nicht rathsam, den Versuch weiter fortzusetzen, der erhaltene Erfolg bewies aber auch hinreichend genug, dass selbst ein Prisma obwohl es eine große Menge wärmender Strahlen auffängt, deren noch immer genug reflectire, um daraus zu beweisen, dass ein offenes Feuer solche Strahlen nicht nur wirklich aus- sende, sondern auch, dass sie dem Gesetze der Reflection folgen.

Siebenter Versuch.

Reflection der unsichtbaren Sonnenwärme.

Auf ein Brett von etwa 4 Fuß 6 Zoll lang, setzte ich an dem einen Ende einen kleinen Planspiegel, und an dem andern zwei Thermometer *). Nr. 1. stand von dem Planspiegel 3 Fuß $9\frac{3}{4}$ Zoll entfernt, Nr. 2. aber zur Seite desselben in dem nemlichen Abstände, aber so, dass es von den durch den Spiegel reflectirten Strahlen nicht getroffen werden konnte. Die prismatischen Farben wurden auf einem Stücke Papier aufgefangen, auf welchem mehrere $\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehende Parallellinien gezogen waren. Auf dieses Papier ward der Spiegel so gesetzt, dass seine polirte Fläche

unter

*) S. Taf. 2. Fig. 4.

unter einem Winkel von 45° gegen die einfallenden farbigen Strahlen gerichtet war, und solche mithin nach des Thermometers Nr. 1. Kugel reflectirt wurden. Bei dieser Einrichtung liefs sich der ganze Apparat in eine jede beliebige Entfernung von den Farbenstrahlen bringen, indem man nur auf die letzten erkennbaren rothen Strahlen achten durfte, wie man an den auf dem Papiere gezogenen Linien sehen kann. Nachdem die Thermometer genau die Temperatur ihrer Stelle angenommen hatten, indessen der Spiegel bedeckt blieb, ward der Apparat so weit aus den Strahlen herausgezogen, dafs der nunmehr wieder entblöfste Spiegel, blofs die aufserhalb der rothen Farbenstrahlen liegenden unsichtbaren Wärmestrahlen auffangen konnte. Der Erfolg hievon war dieser:

	Nr. 1.	Nr. 2.
0	56	56
—	57	56
—	59	56
7	60	56
10	60	56

Das Thermometer Nr. 1. empfing also in 10 Minuten 4 Grad Wärme, welche nach der einfachsten optischen Reflection der Planspiegel eines Newtonianischen Teleskops auf dasselbe warf.

warf. Diese unsichtbaren Strahlen befolgten das Gesetz der Reflection so genau, daß Dr. Willsons empfindliches Thermometer Nr. 2. welches ich abichtlich zum Normalmaafs ausgewählt, und nur einen Zoll von dem andern Thermometer entfernt hatte, während der ganzen Zeit auch nicht die geringste Veränderung in der Temperatur zeigte, die wirklich vorhandene zerstreuten Strahlen, nothwendig verursachen müssen. Hierauf nahm ich den Spiegel weg, liefs aber alles übrige unverändert stehen, und erhielt dann folgendes:

	Nr. 1.	Nr. 2.
0 ¹	60	56
5	58	56
8	57	56
10	56	56

Das Thermometer Nr. 1. verlor mithin wieder innerhalb 10 Minuten die während des vorhergehenden Versuchs gewonnenen 4 Grad, während welcher Zeit Nr. 2. immer ganz unverändert blieb; und so ist dieser Versuch sehr entscheidend für die Wahrheit, daß es wirklich unsichtbare Strahlen gebe, daß sie das Gesetz der Reflection befolgen, und die Kraft besitzen, Wärme hervorzubringen.

Achter

Achter Versuch.

Reflexion und Condensation der unsichtbaren Sonnenstrahlen.

Ich machte mir eine Vorrichtung um den kleinen Stahlspiegel jede erforderliche Neigung zu geben *), und liefs darauf das prismatische Farbenbild senkrecht auf ihn fallen. Die Hälfte des Spiegels bedeckte ich mit einem Stück Pappe von halbkreisförmiger Figur, wodurch sämtliche sichtbare Strahlen durchaus von des Spiegels polirten Fläche abgehalten wurden. Auf dem von Pappe ausgeschnittenen Halbkreise waren parallel mit seinem Durchmesser verschiedene Linien, $\frac{1}{10}$ von einander entfernt, gezogen, damit sie bei Verrückung des Apparats mir zum Maafs dienten, um die äufsersten sichtbaren rothen Strahlen auf jede erforderliche Weite von der reflectirenden Spiegelfläche zu entfernen. In des Spiegels Brennpunct setzte ich das Thermometer Nr. 2. und bedeckte auch die zweite Hälfte desselben so lange, bis das Thermometer die Temperatur seines Standorts angenommen hatte. Alsdann rückte ich den Apparat so weit aus dem sichtbaren

*) S. Taf. 2. Fig. 2.

baren Farbenbilde heraus, daß das schwächste rothe Licht um $\frac{1}{10}$ Zoll von der Ecke des Pappendeckels entfernt blieb, und das ganze farbige Strahlenbild auf die halbkreisförmige Bedeckung fiel. In dieser Stellung öffnete ich nun die zweite Hälfte des Spiegels zum Auf- fangen der unfichtbaren Strahlen, wobei der Erfolg dieser war:

Nr. 2.

Im Focus der unfichtbaren Wärme.

0 ¹	-	-	61
----------------	---	---	----

1	-	-	80
---	---	---	----

Das Thermometer stieg also in einer Minute 19 Grad. Nun bedeckte ich den Spiegel wieder

2	-	-	72
---	---	---	----

3	-	-	67
---	---	---	----

4	-	-	64
---	---	---	----

Hier fiel das Thermometer in 3 Minuten 16 Grad. Ich öffnete den Spiegel abermahls

5	-	-	83
---	---	---	----

6	-	-	88
---	---	---	----

Innerhalb 2 Minuten stieg das Thermometer wieder 24 Grad. Ich bedeckte den Spiegel noch einmahl

7	-	-	69
---	---	---	----

und das Thermometer fiel in einer Minute 19 Grad. Dieses abwechselnde Steigen und Fal-
len

len des Thermometers beweiset deutlich folgende drey Sätze: Erstens, es giebt wirklich unsichtbare Sonnenstrahlen. Zweitens, diese Strahlen lassen sich nicht nur reflectiren, welches durch den vorhergehenden Versuch schon erwiesen ist, sondern sie sind auch, nach den strengsten Gesetzen der Reflection, der Verdichtung fähig. Drittens, ihre wärmende Kraft nimmt in dem Verhältniß der Verdichtung zu; denn zufolge des Versuchs ergiebt sich, daß sie dergestalt zunahm, daß das Thermometer in zwei Minuten nicht weniger als 24 Grad stieg.

Neunter Versuch.

Reflection der unsichtbaren Wärme des Küchenfeuers.

Ich befestigte einen kleinen Stahlspiegel auf einem kleinen Brette *), und setzte dem Spiegel gegen über in einer angemessenen Entfernung ein Stück Tannenholz von $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke und 1 Zoll Breite horizontal, dergestalt daß die Mitte seiner Dicke gleiche Höhe mit des Spiegels Mittelpunct hatte. An der dem

F 2

Spiegel

*) S. Fig. 5. Taf. 2.

Spiegel zugekehrten Seite waren die beiden Thermometer Nr. 2 und Nr. 3. befestiget, und ihre Kugeln $\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt, ihre Skalen aber nach entgegengesetzter Richtung gekehrt. Das Stück Tannenholz war in der Mitte etwas ausgeschnitten, damit die Thermometerkugeln ganz frei lagen. Die Thermometerkugel Nr. 2. befand sich in des Spiegels Axe, und die von Nr. 3. ward gegen die reflectirten Strahlen durch ein an ihrer Skale befestigtes Stück Pappe geschützt. Die kleinen elfenbeinernen Skalen hielten zwar so wie das hinter ihnen befindliche Holz, ohnerachtet es nach der Seite des Ofens hin abgerundete Kanten hatte, etwas Wärme auf; wir werden aber bald sehen, daß noch immer genug übrig blieb. Nachdem der Ofen beträchtlich erhitzt war, brachte ich den Apparat an den für ihn zugerichteten Ort, und fand:

	Nr. 2.		Nr. 3.
	Im Brennpunct.		Bedeckt.
0 ¹	- 52	-	52
1	- 91	-	53

Hieraus ergiebt sich, daß das Thermometer Nr. 2. durch die Wirkung der unsichtbaren Wärme in einer Minute 39 Grad, Nr. 3. aber wegen der veränderten Temperatur nur 1 Grad stieg, ohnerachtet es dem Ofen völlig so ausgesetzt

setzt war, wie Nr. 2. Der ganze Unterschied rührte mithin von der Wirkung der vom Spiegel zurückgeworfenen Strahlen her; und so wird also durch diesen Versuch die strahlende Eigenschaft dieser unsichtbaren Strahlen, ihre Kraft Körper zu erwärmen und ihre Befolgung des Gesetzes der Reflection abermahls bewiesen.

Zehnter Versuch.

Reflection der unsichtbaren Wärmestrahlen eines Kaminstabes (poker) vom Zustande des Glühens bis zur Temperatur abgekühlt, da er nicht mehr im Finstern leuchtete.

Wegen der grossen Hitze, welche bei dem vorigen Versuche statt fand, durfte ich es nicht wagen, das Thermometer, dessen Skale nur kurz war, länger in derselben zu lassen, ohne es dadurch der Gefahr des Zerspringens auszusetzen. In dieser Rücksicht machte ich einen Kaminstab, (poker) so heiss, dass er noch schwarz ausfahe, stellte ihn 12 Zoll von dem Spiegel *) und liess die verdichteten Strahlen auf das in des Spiegels Brennpunct gestellte Thermometer

E 3

ter

*) S. Taf. 2. Fig. 1.

ter Nr. 2. fallen. Der Spiegel ward wechselseitig von einer Minute zur andern bedeckt und geöffnet, welches folgende Wirkung hervorbrachte:

Nr. 2.			
der Spiegel bedeckt	0 ¹	-	61
— geöffnet	1	-	68
— bedeckt	2	-	61
— geöffnet	3	-	64
— bedeckt	4	-	59
— geöffnet	5	-	61 $\frac{1}{2}$
— bedeckt	6	-	58

Das wiederholte Resultat des wechselseitigen Steigens und fallens des Thermometers während 6 Minuten, bestätigt die Reflexibilität, die strahlende Eigenschaft und die wärmende Kraft der von dem Kaminstebe ausfließenden unsichtbaren Strahlen.

Diese Versuche erweisen es nun hinreichend, daß wir bei jeder Sonnen- oder terrestrischer Hitze Strahlen aufgefunden haben, die die Gesetze der Reflection befolgen, und die Kraft haben, Körper zu erwärmen, und zwar unabhängig vom Lichte. Denn wenn gleich unter obigen 6 Fällen, sich 4 befinden, bei welchen sowohl leuchtende als auch wärmende Strahlen vorhanden waren, so muß doch auch dabei bemerkt werden, daß unser

Beweis

Beweis nur allein auf die Wärme veranlassende Kraft bezieht, deren Daseyn durch das Thermometer vollkommen erwiesen ist. Wollte man dagegen einwenden, dass diese nemlichen Versuche die erleuchtende Kraft der selbigen Strahlen ebenfalls erweisen, so erwiedere ich: dass die vier letzten Versuche blos mit unsichtbaren Wärmestrahlen angestellt wurden, mithin der Schluss, dass Strahlen, weil sie eine erwärmende Kraft besitzen, auch eine erleuchtende Kraft haben müssen, offenbar falsch sei. Dies muss man zugeben, und daher können wir mit Recht einen Beweis der Behauptung fordern, dass Strahlen, welche Wärme verursachen, je sichtbar werden können. Ich werde in der Folge noch Gelegenheit haben, über diesen Gegenstand weiter zu reden, und wende mich daher jetzt zu der Untersuchung der Brechbarkeit der Wärme erzeugenden Strahlen.

Elfter Versuch.

Brechbarkeit der Sonnenwärme.

Mit einem neuen 10füßigen Newtonianischen Teleskope, dessen Spiegel 24 Zoll im Durchmesser hält, fing ich die Sonnenstrahlen auf, und liefs sie durch einen terrestrischen Okulareinsatz mit 4 Gläsern versehen, auf das in ihren Brennpunct gestellte Thermometer

Nr.

Nr. 3. fallen. Wer die Linien kennet, nach welchen die Lichtstrahlen sich bewegen, wenn sie durch so zusammengesetzte Gläser fallen, der begreift leicht, in wie vielfacher und künstlicher Richtung bei diesem Versuche die Wärme von einer Stelle zur andern geworfen wurde. Wärmestrahle durchkreuzten Wärmestrahlen, und trotz aller verschiedenen sich durchschneidenden Wege, behielten sie ihre Richtung, und brachten zuletzt jedes Theilchen an den gehörigen Ort. Sobald die Strahlen auf das Thermometer fielen, stieg es augenblicklich von 60 auf 136 Grad, und ich sah mich genöthiget, das Teleskop herum zu drehen, weil ich befürchten mußte, daß die Gläser zerspringen würden. Bei diesem Versuche wurden die Strahlen, welche eine Hitze von nicht weniger als 76 Grad verursachten, achtmahl nach einander gebrochen, und so bleibt mithin kein Zweifel übrig, daß sie die Gesetze der Refraction befolgen.

Zwölfter Versuch.

Refraction der Wärme von einer Kerze.

Ich setzte eine Glaslinse von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Durchmesser auf einen kleinen Fuß, 2,8 Zoll weit von einem bren-

brennenden Lichte *), und hinter das Glas etwa in gleicher Weite von 2,8 Zoll das Thermometer Nr. 2., welches indessen sehr sorgfältig in den genauen Brennpunct des Lichts gebracht werden mußte. Nicht weit von dem Glase stand, nach dem Lichte zu, ein Pappschirm mit einer Oefnung von eben der Grösse wie des Glases Durchmesser. An dem Fußgestelle der Glaslinse war eine excentrische Axe, um welche man sich nach Gefallen von ihrer Stelle zur ändern wegrehen, und wieder in die vorige Stellung bringen konnte. Nachdem diese Vorrichtung aufgestellt worden war, liefs ich die Kerzenstrahlen eine kurze Zeitlang auf das Thermometer fallen, bis es die Temperatur seines Standorts angenommen hatte, und drehete darauf die Glaslinse um den Stift so weit herum, daß sie die durch des Pappschirms Oefnung fallenden directen Lichtstrahlen auffangen, und auf das in ihrem Brennpuncte befindliche Thermometer werfen konnte.

Nr. 2.

0 ^I	-	53 $\frac{7}{8}$
1	-	55 $\frac{1}{2}$
2	-	55 $\frac{3}{4}$
3	-	56

Das

*) S. Taf. 2. Fig. 6.

Das Thermometer empfing also in 3 Minuten durch die Refraction des Glases eine Wärme von $2\frac{1}{8}$ Grad. Hierauf ward die Glaslinse zur Seite geschoben.

Nr. 2.

0 ¹	-	-	-	56
1	-	-	-	$56\frac{5}{8}$
2	-	-	-	$54\frac{1}{8}$
3	-	-	-	$53\frac{7}{8}$

Hier fiel das Thermometer in 3 Minuten wieder um $2\frac{1}{8}$ Grad. Die Glaslinse ward nun wieder in ihre vorige Lage gebracht.

0 ¹	-	-	-	$53\frac{7}{8}$
1	-	-	-	$54\frac{3}{4}$
2	-	-	-	$55\frac{3}{8}$
3	-	-	-	56

Hier hatte also das Thermometer in 3 Minuten die $2\frac{1}{8}$ Grad Wärme wieder gewonnen. Wenn man für die Stellung des Glases und des Thermometers andere Distanzen wählte, so würde man noch größere Wirkungen erhalten können. Setzte man z. B. das Thermometer in den Brennpunct des Glases und dieses $3\frac{1}{2}$ Zoll weit von einem Wachslichte, so könnte man es auf 5 bis 8 Grad Wärme bringen, je nachdem die Flamme des Lichts groß, und das Thermometer ganz genau in den Brennpunct gestel-

gestellt sein würde. Dieser eben beschriebene Versuch zeigt also deutlich, daß von einer Kerze wirklich Strahlen ausfliessen, welche eine wärmende Kraft besitzen, und das Gesetz der Refraction gerade so, wie die Lichtstrahlen folgen.

Dreizehnter Versuch.

Refraction derjenigen Wärme, welche mit den Farben der prismatischen Strahlen verbunden ist.

Ein von den Herren Dollonds gefertigtes sehr sorgfältig geschliffenes Brennglas von 9 Zoll im Durchmesser, bedeckte ich mit einem Stück Pappendeckel, in welchen eine so große Oefnung geschnitten war, daß sämtliche Farben des prismatischen Strahlenbildes hindurch fallen konnten *). In des Glases Brennpunct setzte ich das Thermometer Nr. 3. und bedeckte, nachdem der ganze Apparat zugerichtet war, (das Brennglas 5 Minuten lang, damit das Thermometer auf die Temperatur seines Standorts kommen mögte. Das Resultat hiervon war dieses:

Nr.

*) S. Fig. 1. Taf. 3.

Bei bedecktem Glase	o ^I	-	64
- geöffnetem	— 1	-	176

In einer Minute empfing hier das Thermometer 112 Grad Wärme, welche mit dem farbigen Sonnenbilde zu ihm kam, und nach dem Brennpuncte hin gebrochen wurden; so daß also, wenn die farbigen Strahlen auch nicht selbst die Eigenschaft besitzen sollten, Wärme hervor zu bringen, sie doch wenigstens von solchen Strahlen begleitet seyn müssen die die Kraft haben Körper zu erwärmen, und zugleich gewissen Refraktionsgesetzen gehorchen, welche nicht sehr von denjenigen verschieden seyn können, welche die Lichtstrahlen afficirten.

Vierzehnter Versuch.

Refraction der Wärme eines Kaminfeuers.

Ich setzte das Dollondische Brennglas 3 Fuß weit von den Gitterstangen eines hellbrennenden Kaminfeuers *), und in des Glases Brennpunct das Thermometer Nr. 1., Nr. 4. stellte ich, als ein Normalmaas 1 $\frac{1}{2}$ Zoll seitwärts von jenem, und vom Feuer gleichfalls 3 Fuß entfernt.

*) S. Fig. 2. Taf. 3.

fernt. Vor den Thermometern befand sich eine dünne Wand von Mahagonyholz mit drei runden Oefnungen von $\frac{4}{5}$ Zoll Durchmesser. Hinter dem Mittelpuncte der ersten Oefnung stand das Thermometer Nr. 1. $\frac{3}{8}$ Zoll weit von dieser Wand, und in gleicher Entfernung von ihr zwischen der zweiten und dritten Oefnung, das Thermometer Nr. 4. welches mithin gegen die unmittelbare Einwirkung des Feuers, durch den Zwischenraum jener Oefnungen gedeckt ward. Nachdem der ganze Apparat aufgestellt und die Lage seiner sämtlichen Theile bemerkt worden war, fand ich folgenden Gang der vorher gehörig abgekühlten Thermometer.

	Nr. 1.		Nr. 4.
	Im Fokus des Brennglases.		Bedeckt.
0 ^I	- 58	-	58
1 $\frac{1}{2}$	- 65	-	60
3	- 68	-	61
5	- 70	-	61 $\frac{1}{2}$
7	- 71 $\frac{1}{4}$	-	61 $\frac{3}{4}$
9	- 71 $\frac{1}{2}$	-	61 $\frac{3}{4}$

Hier gaben die aus dem Feuer durch das Brennglas fahrenden Strahlen dem Thermometer Nr. 1. innerhalb 9 Minuten 9 $\frac{3}{4}$ Grad Wärme mehr, als Nr. 4. hinter der Wand durch die veränderte Temperatur empfing. Um aber zu erfahren, ob diese Hitze allein den durch das

das Glas durchfahrenden Wärmestrahlen zuzuschreiben sei, nahm ich sofort, nachdem die letzte Beobachtung des Thermometerstandes niedergeschrieben war, das Brennglas hinweg, und fuhr fort, ihre ferneren Veränderungen, wie folget, niederzuschreiben.

Nr. 1.		Nr. 4.	
Im Fokus des Brennglases.		Bedeckt.	
9 $\frac{1}{2}$	-	71 $\frac{1}{2}$	-
11	-	70 $\frac{1}{2}$	-
12	-	70 $\frac{1}{4}$	-
—	-	69 $\frac{1}{2}$	-
14 $\frac{1}{2}$	-	69 $\frac{1}{4}$	-
			61 $\frac{3}{4}$

Man sieht hieraus, daß die vom Feuer kommenden directen Strahlen das Thermometer nicht weiter heben konnten, sondern daß es dagegen $2\frac{1}{4}$ Grad Wärme verlor, ohnerachtet bei diesem Versuche kein einziger Strahl mehr von dem Brennglase aufgehalten ward. Hierauf setzte ich das Brennglas wieder an seine vorige Stelle, und erhielt

Nr. 1.		Nr. 4.	
15 $\frac{1}{2}$	-	69 $\frac{1}{4}$	-
16	-	69 $\frac{1}{2}$	-
17	-	70	-
20	-	70 $\frac{3}{4}$	-
25	-	71	-
			61 $\frac{3}{4}$

Hier

messer und $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge *), auf einen eiser-
nen Fuß so hin; daß es seine eine Kreisfläche
gegen eine Glaslinse von 1,4 Zoll Brennweite
und 1,1 Zoll Durchmesser hinkehrte. Die
Entfernung des Glases von dem eisernen Cy-
linder betrug 2,8 Zoll. Vor dem Glase stand
in einer kleinen Entfernung ein hölzerner
Schirm mit einer 1 Zoll weiten Oefnung, wel-
cher verhinderte, daß das Bild des Objects im
Brennpuncte nicht größer erschien, als nöthig
war, und zugleich die Wärme von den Ther-
mometern abhielt. Nr. 2. stand im Brennpuncte
des Glases, Nr. 3. aber $\frac{3}{10}$ Zoll seitwärts von
demselben, und eben so weit vom Glase, wie
Nr. 2. Beide Thermometer standen in dieser
Lage gleich weit in dem Wirkungskreise der
durchfallenden Wärme, und wenn dabei noch
irgend ein Unterschied statt fand, so mußte
Nr. 3. noch mehr davon empfinden, weil es
hinter der dünnsten Seite des Glases stand,
welche die Wärme weniger aufhalten konnte,
als die Mitte desselben. Da dieser Versuch ein
verschiedenes Resultat gab, von demjenigen,
was nach der Lage der Thermometer und unter
der Voraussetzung, daß die Wärme frei durch-
falle, hätte erfolgen müssen, so dürfen wir diese
Er-

*) S. Fig. 3. Taf. 1.

Erscheinung einer durch die Refraction des Glases entstandenen Verdichtung der Wärme zuschreiben; in welchem Falle das Thermometer Nr. 3. wegen seiner Stellung wirklich zum Theil in dem Anfange des in des Glases Brennpunct befindlichen Bildes der Wärme liegen mußte. Während des Versuchs wurden die Thermometer abwechselnd 2 Minuten lang bedeckt, und eben so lange den Einwirkungen des Glases blosgestellt, Der Erfolg hievon war dieser:

	Nr. 2.	Nr. 3.
	Im Focus.	Neben dem Foc.
bedeckt 0 ¹	- 56	- 56
offen 2	- 62	- 60
bedeckt 4	- 59	- 58
offen 6	- 61	- 59
bedeckt 8	- 58 $\frac{1}{4}$	- 57 $\frac{3}{4}$
offen 10	- 59 $\frac{1}{2}$	- 58 $\frac{1}{4}$

In den ersten beiden Minuten gewann mithin Nr. 2. zwei Grad Wärme mehr, als Nr. 3. in der dritten und vierten Minute verlor es 1 Grad mehr als Nr. 3. In der fünften und sechsten gewann es einen Grad mehr. In der siebenten und achten verlor es 1 $\frac{1}{2}$ Grad mehr, und in der neunten und zehnten Minute gewann es $\frac{3}{4}$ Grad mehr, als das andere Thermometer.

I. Heft.

G

Die-

Dieser Versuch zeigt also, deutlich genug, daß refringirte Wärme auf die Thermometer wirkte. Damit aber auch jeder mögliche Zweifel über dieses Factum aus dem Wege geräumt werden mögte, nahm ich ferner das Brennglas weg, setzte an dessen Stelle ein Planglas, und wiederholte den Versuch mit dem übrigen ganz unveränderten Apparate.

		Nr 2.		Nr. 3.	
		Im Focus.		Neben dem Foc.	
bedeckt	0 ¹	-	57 $\frac{1}{4}$	-	56 $\frac{3}{4}$
offen	2	-	62 $\frac{1}{4}$	-	61 $\frac{3}{4}$
bedeckt	4	-	60 $\frac{1}{2}$	-	60
offen	6	-	61	-	60 $\frac{1}{2}$
bedeckt	8	-	60	-	59 $\frac{1}{2}$
offen	10	-	60 $\frac{3}{4}$	-	60 $\frac{1}{4}$

Beide Thermometer erhielten also einen ganz gleichen Grad von Wärme, welches den vorigen Versuch bestätigt. Und so ist es denn evident, daß gewisse Strahlen aus dem glühenden Eisen ausfließen, welche die Gesetze der Refraction eben so, wie die Lichtstrahlen befolgen, und zugleich die Kraft besitzen, Wärme in Körpern hervorzubringen.

Sechszehnter Versuch.

Refraction der Wärme des Feuers, durch ein dem Teleskope ähnliches Werkzeug.

Um die Wärme des Kaminfeuers zu verdichten, gerieth ich auf den Gedanken, hiezu einen Hohlspiegel anzuwenden, und sie vermittelst eines Fangspiegels seitwärts in dem Brennpunct einer doppelt convexen Glaslinse zu bringen; wodurch ich ein dem Newtonianischen Teleskope sehr ähnliches Werkzeug erhielt *). Das Thermometer stellte hiebei gleichsam den Beobachter der Wärme vor, da es an den nemlichen Ort gesetzt ward, wo bei einem wahren Teleskope von gleicher Construction, das Auge zu liegen kommt, um das Licht zu empfangen. Nachdem ich die einzelnen Theile dieses Instruments so zusammen gesetzt hatte, daß ich glaubte, es würde meinem Zwecke entsprechen, versuchte ich die Wirkung davon an einer Kerze, um den Abstand des objectivspiegels von den Stangen des Kaminrostes darnach zu bestimmen. Die vordere Seite dieses Apparats ward durch eine eiserne Platte mit einem dicken hölzernen Futter

*) S. Fig. 3. Taf. 3.

ter gedeckt, und eine Scheidewand trennete die Spiegel und das Glas von den beiden Thermometern, die ich hiebei gebrauchte, und schützte sie zugleich gegen die Wärme, welche der Objectiv-Spiegel durch eine Oefnung in der vordern Platte empfieng. Die kleine Scheidewand hatte ebenfalls eine Oefnung, durch welche die Strahlen vom Augenglase in dessen Brennpunct ungehindert auf die Thermometerkugel Nr. 1. fallen konnten; von dieser stand Nr. 3. seitwärts etwa einen halben Zoll entfernt. Während des Versuchs ward der Objectivspiegel mittelst eines Stückes Pappe abwechselnd bedeckt und wieder geöffnet. Der Thermometerstand ward zwar alle Minuten abgelesen, zur Abkürzung setze ich hier aber nur die letzte Minute von jedweder Veränderung her

				Nr. 1.	Nr. 4.
				Im Focus.	Neben dem Foc.
Der Spiegel bedeckt	0 ¹			77 $\frac{1}{2}$	77 $\frac{1}{2}$
— geöffnet	8			84	76
— bedeckt	16			86 $\frac{1}{2}$	79 $\frac{1}{2}$
— geöffnet	21			89 $\frac{3}{4}$	81
— bedeckt	27			89 $\frac{3}{4}$	82 $\frac{1}{4}$
— geöffnet	37			91 $\frac{1}{2}$	83 $\frac{1}{2}$
— bedeckt	47			84	77
					In

六

Siebenzehnter Versuch.

Brechbarkeit der unsichtbaren Wärmestrahlen der Sonne.

13. Ich bedeckte das Dollond'sche Brennglas zur Hälfte mit Pappe, und liefs das prismatische Farbenbild auf die Bedeckung fallen †). Die letzten sichtbaren rothen Farbenstrahlen brachte ich $\frac{1}{10}$ Zoll von dem Rande der Pappe, und liefs die auferhalb des Farbenbildes befindlichen unsichtbaren Strahlen auf das Glas fallen. In dem Focus der rothen Strahlen, oder ein wenig auferhalb desselben, stand die Thermometerkugel von Nr. 1. und so nahe, als nöthig war, bei ihr die kleine Kugel von Nr. 2. Dafs die unsichtbaren Sonnenstrahlen, welche die Wärme verursachen, durch die Refraction genau in den Focus gebracht wurden, ergiebt sich aus folgenden Thermometerstände:

	Nr. 1.		Nr. 2.
	Im Focus.		Neben dem Focus.
0 ¹	- 57	-	57
1	- 102	-	57

Diese Strahlen gaben dem Thermometer im Brennpuncte in einer Minute 45 Grad Wärme, während Nr. 2. gar keine Veränderung erlitt.

Es

†) S. Fig. 1. Taf. 3.

Es ist merkwürdig, daß, ohnerachtet ich die rothen Strahlen des Farbenbildes auf $\frac{1}{10}$ Zoll von dem Rande des Pappendeckels entfernt hielt, dennoch immer ein wenig von der rothen Farbe auf des Thermometers Kugel sichtbar war. Dieser Umstand führt auf die Vermuthung, daß die unsichtbaren Sonnenstrahlen vielleicht durch eine gehörige Verdichtung könnten sichtbar gemacht werden. In dieser Rücksicht stellte ich folgenden Versuch an.

Achtzehnter Versuch.

Versuch, die unsichtbaren Sonnenstrahlen durch Verdichtung sichtbar zu machen.

Die bei dem letzten Versuche angewandte Vorrichtung ließ ich ganz ungeändert, und zog das Brennglas so weit zurück, daß die äußersten rothen Strahlen $\frac{1}{5}$ Zoll von der Ecke der halbkreisförmigen pappenen Bedeckung des Glases entfernt waren. Hiebei verhielt sich das Thermometer folgendergestalt:

	Nr. 2.	Nr. 3.
0 ¹ -	57	57
1 -	78	57

Hier war auch nicht die geringste Farbe oder Spur von Licht auf der Thermometerkugel

zu

zu sehen, und dennoch erhielt sie in einer Minute 21° Wärme von Strahlen, welche weder vorher sichtbar waren, noch nach ihrer Verdichtung dem Auge dargestellt werden konnten.

Um die Entstehung der Farbe zu erklären, welche in dem Focus selbst da noch sichtbar war, als die letzten erkennbaren rothen Strahlen weniger als $\frac{2}{10}$ Zoll von dem Rande des Pappendeckels entfernt waren, welcher das prismatische Farbenbild aufhielt, könnte man annehmen, daß die unvollkommene Refraction des Brennglases, welches wegen seines grossen Durchmessers die Strahlen nicht in einen geometrischen Brennpunct bringen kann, einige zerstreute Strahlen dahin werfen werde, wo sie der Regel nach, nicht hinfallen sollten. Man könnte auch annehmen, daß sich die Grenze des prismatischen Strahlenbildes in einem nicht vollkommen verfinsterten Zimmer, nicht genau genug unterscheiden lasse, um die allerfeinsten farbigten Strahlen zu erkennen. Hiezu kommt noch der Umstand, daß die äussersten rothen Strahlen wirklich in einer beträchtlichen Weite an der Grenze des Farbenbildes zerstreuet werden müssen indem das breite Prisma nicht alle Strahlen von einer Farbe genau zusammen bringen, noch die

un-

unsichtbaren Strahlen durchaus von den sichtbaren trennen kann. Denn so wie die rothen Strahlen an der Grenze des sichtbaren Farbenbildes äußerst fein zerstreuet werden, so werden hingegen auch die unsichtbaren Strahlen, welche von den äußersten prismatischen Farben getrennet sind, mit den voranliegenden rothen Strahlen sich vermischen. H. Newton hat schon einer Art von unvollkommener Farbe oder Nebel an den Seiten des prismatischen Farbenbildes gedacht, und bemerkt dabei, daß er bei seinen Messungen keine Rücksicht auf selbige genommen habe *).

Neunzehnter Versuch.

Brechbarkeit der unsichtbaren Wärme des Küchenfeuers.

Dieser Versuch war mit einigen Schwierigkeiten verbunden, welche aber nicht so sehr von der Natur und Beschaffenheit dieser Art von Wärme, als von unserer Methode herrühren, sie in einem reinen und unvermengten Zustande zu erhalten. Ein glühendes Eisen, wenn es bis zu der Temperatur abgekühlt ist,

*) Newtons Optik Lib. II. pag. 23.

*mon. Rijk, L'Anjou et Genève
1740. 4. p. 20.*

ist, daß es nicht mehr im Finstern leuchtet, hat eine zu geringe Quantität Wärme, und verliert sie noch dazu sehr geschwind. Es liesse sich freilich leicht ein Mittel finden, die Wärme desselben immer wieder zu erneuern und festzuhalten, und ich würde gewiß versucht haben, eine solche Methode ausfindig zu machen, hätten mir nicht die folgenden Versuche überzeugend genug und daher jene Vorkehrungen überflüssig erschienen. Ich setzte voraus, was der 15te Versuch darthut, daß nemlich das wechselseitige Steigen und Fallen eines in dem Brennpunct einer Glaslinse gestellten Thermometers, dessen Kugel abwechselnd ihren Wirkungen ausgesetzt, oder gegen sie gedeckt wird, von der Refraction des Glases bewirkt werde, und nicht bloß dem wechselseitigen Durchfallen und Aufhalten der Strahlen zugeschrieben werden könne; In dieser Voraussetzung verfuhr ich folgendermaassen *). Die Glaslinse von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Breite, setzte ich 2,8 Zoll weit von der Grundfläche des heißen eisernen Cylinders, und in ihren Brennpunct das Thermometer Nr. 2. Durch einen kleinen Pappschirm deckte

*) S. Fig. 3. Taf. 1.

te ich dasselbe gegen des Cylinders Wärme, und liefs abwechselnd durch Fortrückung des Schirms, die condensirten Wärmestrahlen auf seine Kugel fallen.

Nr. 2.

bedeckt	0 ^I	-	55	stark rothglühend
offen	2	-	63 $\frac{1}{2}$	rothglühend
bedeckt	4	-	58	noch rothglühend
offen	6	-	60 $\frac{1}{2}$	noch roth
bedeckt	8	-	57 $\frac{1}{2}$	etwas roth
offen	10	-	59 $\frac{1}{4}$	zweifelhaft
bedeckt	12	-	57 $\frac{1}{2}$	nicht sichtbar in
offen	14	-	58 $\frac{1}{2}$	meinem dun-
bedeckt	16	-	57 $\frac{1}{2}$	keln Zimmer.
offen	18	-	58 $\frac{1}{4}$	
bedeckt	20	-	57 $\frac{1}{4}$	
offen	22	-	58	
bedeckt	24	-	57 $\frac{1}{2}$	
offen	26	-	58	
bedeckt	28	-	57 $\frac{1}{2}$	

Da der erste Erfolg mit dem des 15ten Versuchs ganz gleich ist, ausser dass bei diesem das Thermometer Nr. 3. weggelassen ward, so gereichen diejenigen Gründe, welche vorher die Refraction der Wärme dargethan haben, auch für diesen Versuch zum Beweise. Denn
auch

auch hier haben wir ein regelmässig abwechselndes Steigen und Fallen des Thermometers von der Wärme des rothglühenden Cylinders an, bis zu dem niedrigsten Grade derselben herab, da er vollkommen schwarz erschien, wobei die Wirkung der verdichteten Strahlen nur einen halben Grad mehr betrug, als der durch die vom Glase aufgehaltenen Strahlen bewirkte Verlust.

Zwanzigster Versuch.

Bestätigung des neunzehnten Versuchs.

Um noch einen bestätigenden Beweis ausser der gleichförmigen und ununterbrochenen Wirkung der Glaslinse in dem vorigen Versuche, zu haben, wiederholte ich denselben noch einmal, und nahm dabei ein Thermometer, Nr. 3., zu Hülfe. Zuerst stellte ich dasselbe $\frac{3}{4}$ Zoll von Nr. 2., und etwas näher nach der Glaslinse hin, jedoch so, dass es weder von dem convergirenden Strahlenkegel getroffen, noch von dem kleinen Pappschirm zwischen beiden Thermometern bedeckt werden konnte.

	Nr. 2.		Nr. 3.
	Im Focus.		Zur Seite desselben. Immerfort offen.
bedeckt 0 ¹	- 62 $\frac{1}{2}$	-	63
offen 1	- 63 $\frac{3}{4}$	-	64
bedeckt 2	- 62 $\frac{7}{8}$	-	64
offen 3	- 64	-	64 $\frac{1}{2}$
bedeckt 4	- 63 $\frac{3}{4}$	-	64 $\frac{1}{2}$
offen 5	- 64 $\frac{7}{8}$	-	64 $\frac{1}{2}$
bedeckt 6	- 64 $\frac{1}{2}$	-	64 $\frac{1}{2}$
offen 7	- 64 $\frac{3}{4}$	-	64
bedeckt 8	- 64 $\frac{1}{2}$	-	64

Hier empfing das Thermometer Nr 3., außerhalb der Grenze der Refraction, nach und nach seine größte Wärme durch eine ununterbrochene Einwirkung des glühenden Cylinders, und fing nachher an zu fallen. Nr. 2. hingegen erreichte sein Maximum nach abwechselndem schnellen Steigen und geringem Fallen, und verlor hernach seine Wärme wieder nach starkem Fallen und geringem Steigen. Nach Verlauf dieser 8 Minuten veränderte ich den Ort des Hülfs thermometers, und setzte es seitwärts bei dem im Brennpuncte befindlichen Nr. 2. so hin, daß es zugleich mit diesem abwechselnd von dem Schirm bedeckt werden, und doch auch zugleich einen klei-

kleinen Theil von den unsichtbaren Wärme-
strahlen erhalten konnte, welche sich, wie wir
bereits gesehen haben, in dem Brennpuncte
des Glases vereinigen mußten. In dieser Lage
mußte nun das Hülfs thermometer, wenn an-
ders unsere Schlüsse richtig waren, ebenfalls
abwechselnd steigen und fallen, jedoch nicht
so beträchtlich, als das in des Glases Brenn-
punct befindliche Thermometer.

	Nr. 2.		Nr. 3.	
	Im Brennpunct.		Zur Seite desselben.	
Beide offen	8 ¹	- 64 ¹ / ₂	- 64	
Beide bedeckt	9 ¹ / ₂	- 63 ³ / ₄	- 63 ³ / ₄	
offen	11	- 64 ¹ / ₂	- 64	
bedeckt	12 ¹ / ₂	- 63	- 63 ¹ / ₄	
offen	14	- 63 ³ / ₄	- 63 ¹ / ₂	
bedeckt	16	- 62 ³ / ₄	- 63	
offen	18	- 63 ³ / ₄	- 63 ³ / ₄	

Die Veränderungen des Thermometers Nr. 2.
waren mithin -- $\frac{3}{4} + \frac{1}{2}$ -- $1\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$ -- $1 + 1$;
die von Nr. 3. aber waren -- $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ -- $\frac{3}{4} + \frac{1}{4}$ -- $\frac{1}{2} + \frac{3}{4}$.

Hieraus ist nun die Wirkung der Refraction
des Brennglases so klar erwiesen, daß wir mit
völliger Gewissheit behaupten dürfen, es giebt
Strahlen, welche vom heißen Eisen ausfließen,
und

und bei einer gänzlichen Unsichtbarkeit dennoch die Kraft besitzen, Wärme zu verursachen, und zugleich gewisse Gesetze der Retraction befolgen, welche denen sehr ähnlich sind, wodurch das Licht afficirt wird.

Wir haben also nunmehr von den Wärme verursachenden Strahlen der Sonne sowohl, wie des Küchenfeuers nach allen denjenigen Verschiedenheiten gehandelt, deren ich zu Anfange dieser Abhandlung erwähnte, und haben gezeigt, daß sie unter allen Umständen, den Gesetzen der Refraction unterworfen sind, womit denn meine drei ersten Sätze erwiesen sind. Denn durch die nemlichen Versuche, welche uns überzeugten, daß zufolge des zweiten und dritten Satzes, die Wärme sich reflectiren und refringiren lasse, ist auch ihre strahlende Eigenschaft festgesetzt, und so der erste Satz gleichfalls erwiesen.

Slough, bei Windsor,

den 26ten April 1800.

Ende des ersten Theils.

I. Heft.

H

Erklä-

Erklärung der Kupfer.

Fig. 1. Taf. 1.

zeigt die Einrichtung des beim zweiten Versuche angewandten Apparats.

A. ist der kleine Fangspiegel mit seinen Stellschrauben *m, n*.

Nr. 2. Das Thermometer im Brennpuncte des Spiegels.

Nr. 3. Das Hülfs thermometer.

B. Ein kleiner Schirm für das Thermometer Nr. 2.

C. Die Kerze.

D. Der Kaminstab (*Pocker*) der beim 4ten und 10ten Versuche an die Stelle der Kerze gesetzt ward,

Fig. 2.

stellet die beim 3ten und 8ten Versuche gebrauchte Vorrichtung dar.

A. Der Spiegel.

Nr.

Nr. 2. Das Thermometer.

BCD. Ein Pult, welches auf verschiedene Höhen gerichtet werden kann.

E. Das Prisma, wodurch die durch eine Oefnung im Fensterladen *E.* fallenden Sonnenstrahlen aufgefangen werden.

Fig. 3.

AB. Die vordere Seite des Apparats, welcher bei dem 5ten Versuche, gegen das Kaminfeuer gesetzt ward.

C. Die Oefnung in der vordern Platte *AB*, wodurch die Wärme zugelassen ward.

D. Der kleine Spiegel zur Reflection der Wärmestrahlen.

E. Die Oefnung, wodurch die Wärme zu den Thermometern kam.

Nr. 1. und 4. Die Thermometer.

F. Das beim 6ten Versuche an die Stelle des Spiegels *D* gesetzte Prisma.

Fig. 4.

A. Der Tisch, der den beim 7ten Versuche gebrauchten Apparat trägt.

B. Das Prisma.

C. Das Strahlen-Bild des zum Theil auf das Papier mit den Parallellinien, zum Theil auf den kleinen Tisch fiel.

D. Der Spiegel, wodurch die Wärmestrahlen seitwärts reflectirt wurden.

Nr. 1. Das zum Auffangen der reflectirten Strahlen bestimmte Thermometer.

Nr. 2. Das Hülfs thermometer.

Fig. 5.

AB. Die Wand, die beim 9ten Versuche, gegen die breite Seite des heißen eisernen Ofens gesetzt war.

C. Der Spiegel.

D. Das auf zwei Stiften ruhende Stück Tannenholz mit abgeründeten Kanten.

Nr. 2. Das Thermometer, auf welches die durch den Spiegel reflectirten Strahlen fielen.

Nr. 3. Das Hülfs thermometer.

E. Ein kleiner Schirm, der Nr. 3. gegen die reflectirten Strahlen deckte.

Fig. 6.

A. Die beim 12ten Versuche gebrauchte Glaslinse.

Nr. 2. Das in des Glases Brennpunct gestellte Thermometer.

B. Der Schirm, mit einer Oefnung zum Durchfallen der Wärmestrahlen.

C. Der excentrische Stift, um welchen die Glaslinse gedrehet werden konnte.

D. Das Licht.

Fig.

Fig. 2.

A. Das bedeckte Brennglas mit dem prismatischen Farbenbilde, das im 3ten Versuche durch die Oefnung im Pappendeckel durchfallen mußte.

Nr. 3. Das im Brennpuncte des Glases stehende Thermometer.

B. Das Prisma.

C. Die halbkreisförmige Bedeckung, die beim 17 und 18ten Versuche statt der mit der viereckigten Oefnung gebraucht ward.

Fig. 2.

A. Das Brennglas im 14ten Versuche.

B. Das Feuer im Kamin.

Nr. 1. Das Thermometer im Brennpuncte des Glases.

Nr. 4. Das Hülftsthermometer.

C. Die Oefnung, durch welche die Wärmestrahlen auf Nr. 1. fielen.

D und **E.** zwei Oefnungen, deren Zwischenraum die Thermometerkugel Nr. 4. gegen die directen Strahlen des Feuers deckte, während die Oefnungen selbst die Wärme durchliessen, die die Temperatur des Apparats bestimmte.

Fig. 3. Taf. 1.

A. Der eiserne Cylinder auf seinem Fusse, wie er beim 15ten und 19ten Versuche gebraucht ward.

B.

B. Die Glaslinse.

C. Der Schirm mit seiner Oefnung.

Nr. 2. Das Thermometer im Brennpunct des Glases.

Nr. 3. Das Hülfs thermometer.

D. Der kleine bewegliche Pappschirm.

Fig. 3. Taf. 3.

AB. Die mit Eisen belegte Vorderseite, die gegen die Gitterstangen des Kaminfeuers gesetzt ward.

C. Der Hohlspiegel.

D. Der ebene Spiegel.

Nr. 1. Das Thermometer im Brennpuncte der Glaslinse.

Nr. 4. Das Hülfs thermometer.

F. Eine kreisförmige Oefnung in der vordern Platte AB., durch die die Wärme auf den Hohlspiegel fiel.

m. Der Brennpunct der Strahlen, von welchem sie in divergirender Richtung nach dem kleinen Spiegel und nach dem Glase gingen; welches letztere sie dann in den zweiten Brennpunct auf die Thermometerkugel Nr. 1. brachte.

Des



Des Originals *in der Uebersetzung.*

ist

<i>Tab. X.</i>		<i>Taf. 1.</i>	<i>Fig. 1.</i>
—	XI.	—	1.
—	XVI. <i>Fig. 1.</i>	—	2.
—	XII. — 1.	—	3.
—	XII. — 2.	—	1.
—	XII. — 3.	—	2.
—	XII. — 4.	—	3.
—	XIII. — 1.	—	2.
—	XIII. — 2.	—	3.
—	XIV.	—	4.
—	XV.	—	5.
—	XVI. — 2.	—	6.
		—	1.
		—	2.
		—	3.



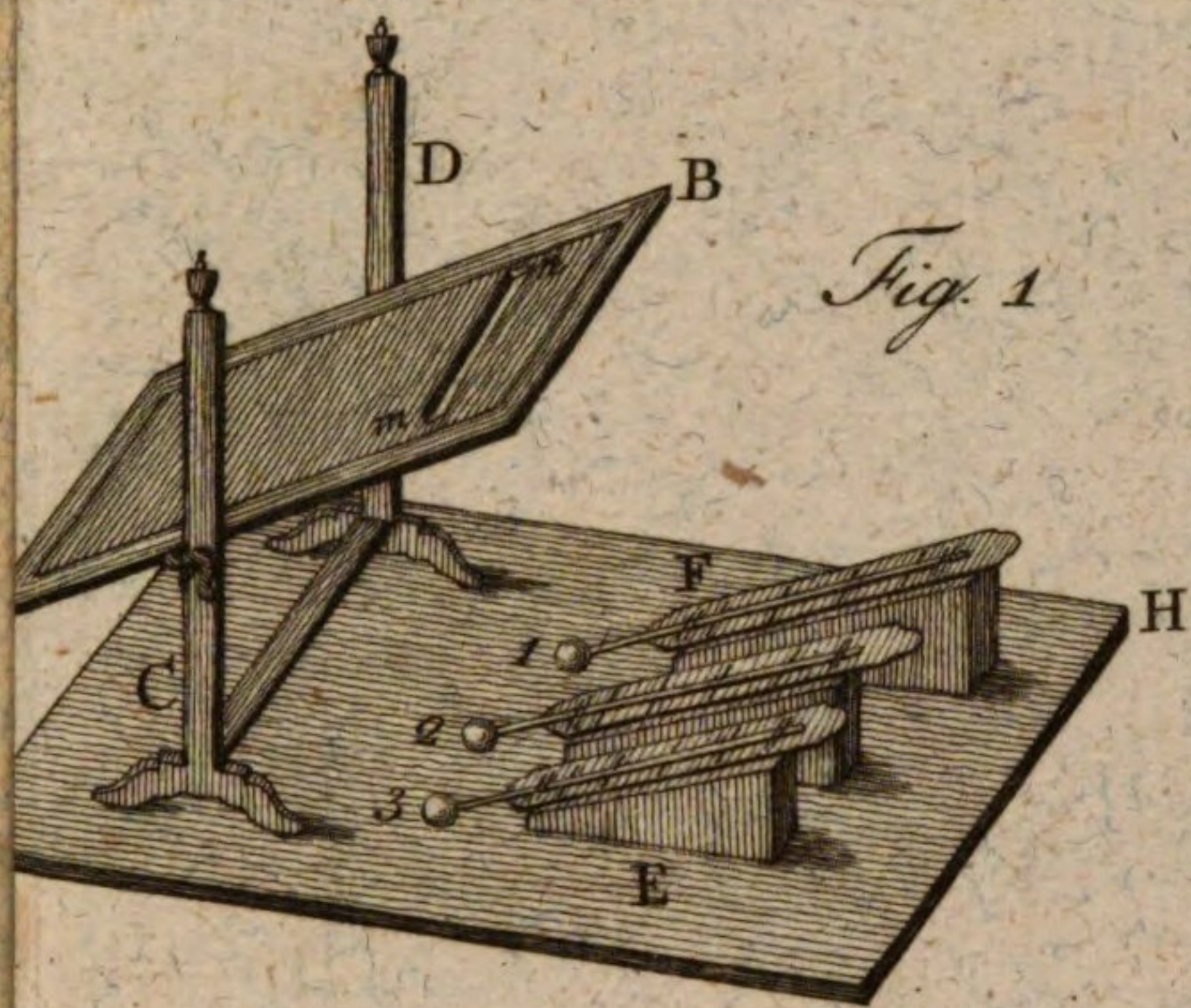
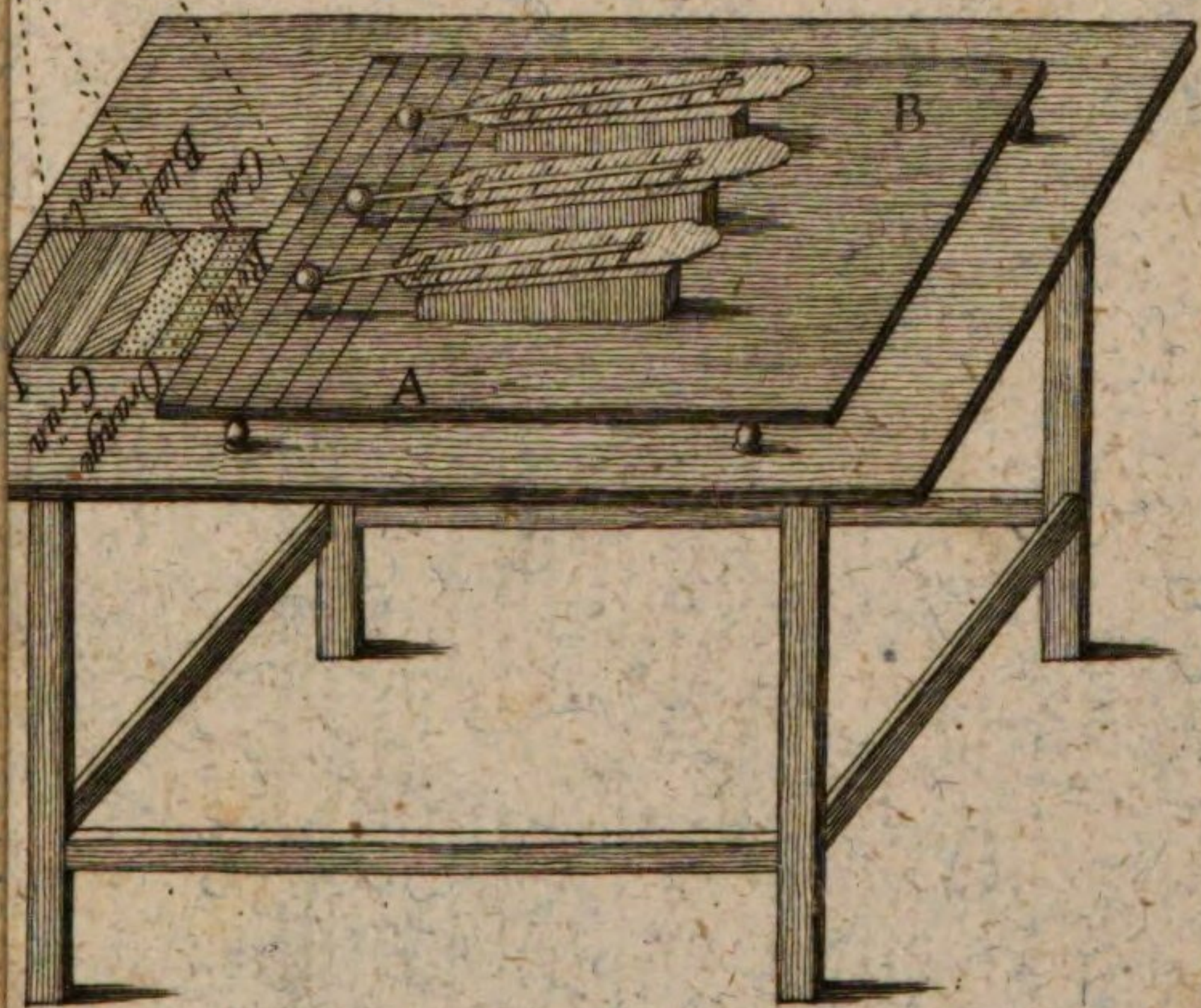


Fig. 2



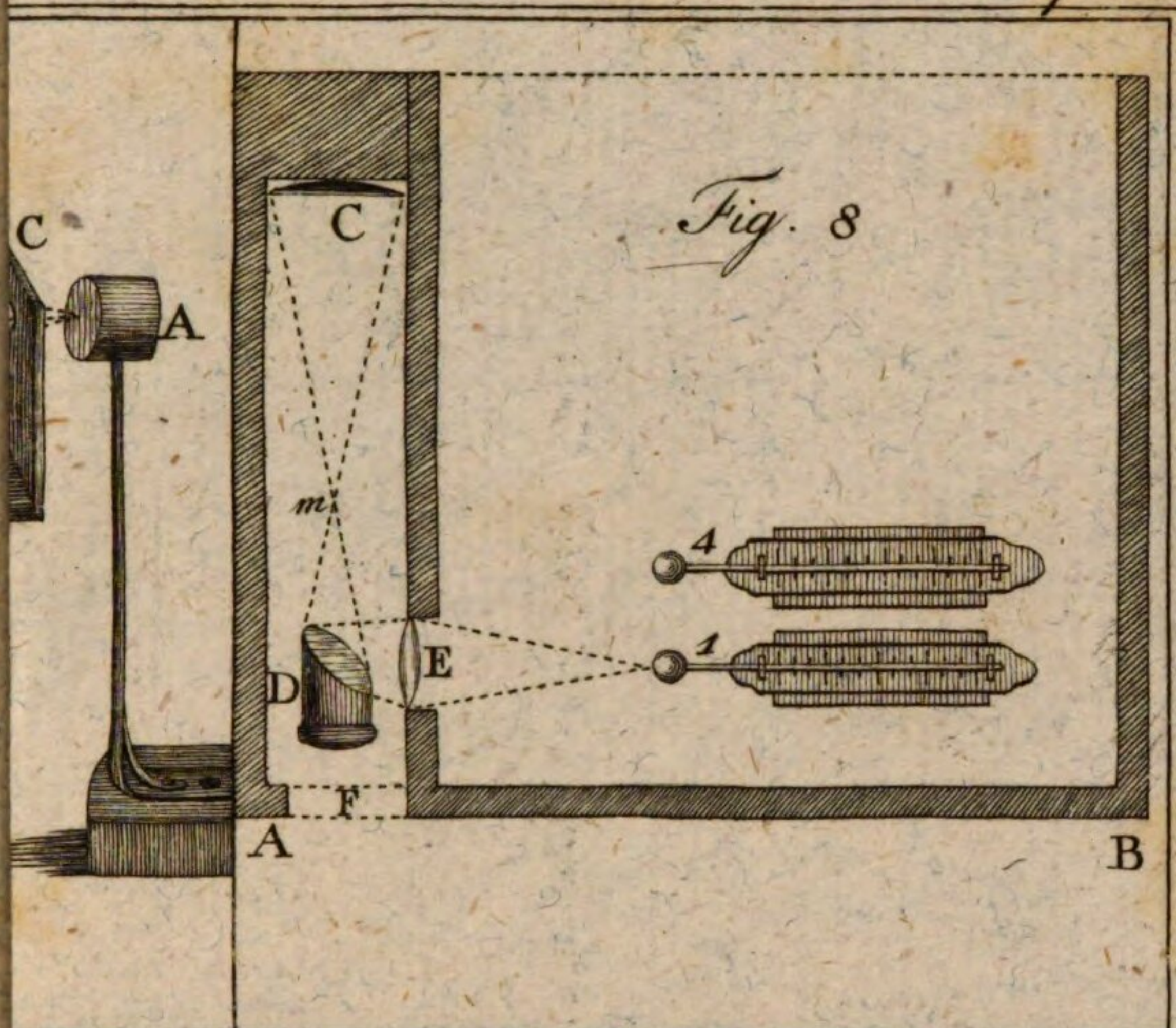
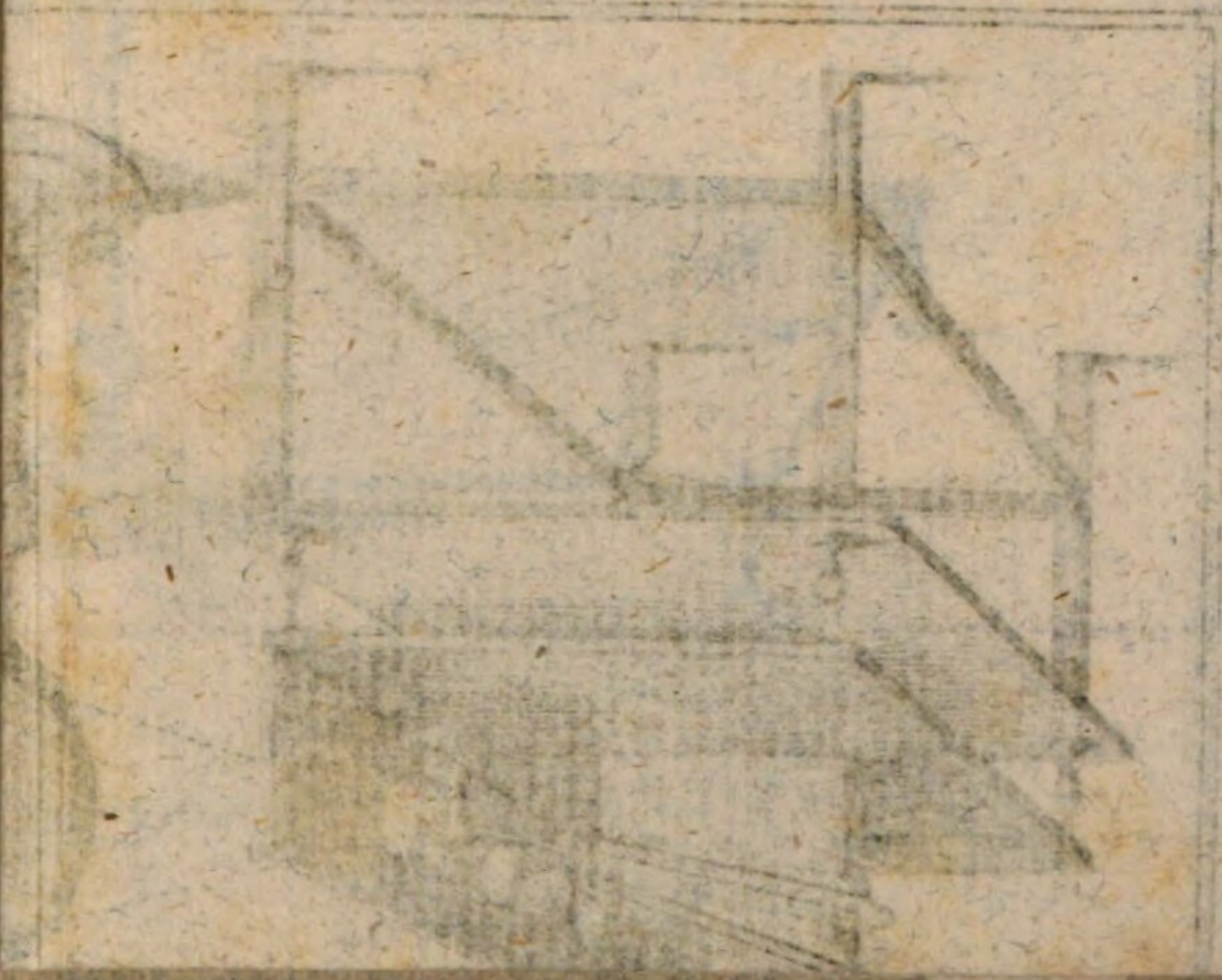


Fig. 1





Herschel, William,

Des Herrn Dr. Herschels Untersuchungen über die Natur der Sonnenstrahlen

Bd.: 1

Celle 1801

Phys.sp. 296-1

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133909-9